BnF Gallica

Les fondements énergétiques de la science de la civilisation / par Wilhelm Ostwald,... ; traduit de l'allemand par E. [...]

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

{BnF Gallica

Ostwald, Wilhelm (1853-1932). Auteur du texte. Les fondements énergétiques de la science de la civilisation / par Wilhelm Ostwald,... ; traduit de l'allemand par E. Philippi,.... 1910.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter
utilisation.commerciale@bnf.fr.

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

R
3524
(3)

Conserver la Couverture

1897

THÈQUE SOCIOLOGIQUE INTERNATIONALE
Publiée sous la direction de M. René WORMS
crétaire général de l'Institut International de Sociologie

SÉRIE IN-18. — C

LES

FONDEMENTS ÉNERGÉTIQUES

de la Science de la Civilisation

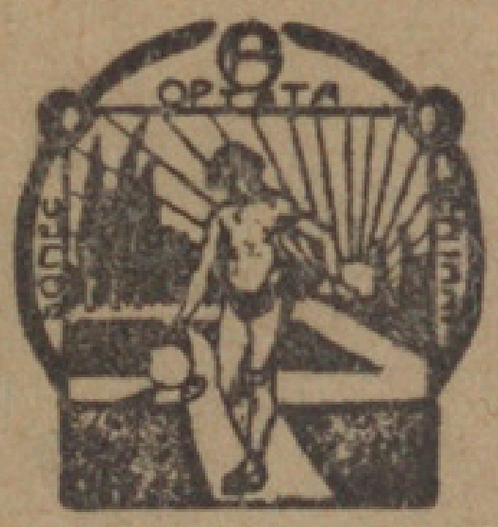
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE
R.F.
IMPRIMÉS

PAR

WILHELM OSTWALD

Professeur honoraire à l'Université de Leipzig
Associé de l'Institut International de Sociologie

Traduit de l'allemand par E. PHILIPPI, licencié ès sciences



PARIS (5e)

V. GIARD & E. BRIÈRE

LIBRAIRES-ÉDITEURS

16, RUE SOUFFLOT ET 12, RUE TOULLIER

1910

LES

FONDEMENTS ÉNERGÉTIQUES

de la Science de la Civilisation

8° R
23524(3)

BIBLIOTHÈQUE SOCIOLOGIQUE INTERNATIONALE
Publiée sous la direction de M. René WORMS
Secrétaire général de l'Institut International de Sociologie

SÉRIE IN-18. — C

DÉPOT LÉGAL
Seine
No 5404
1910

LES FONDEMENTS ÉNERGÉTIQUES de la Science de la Civilisation

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE R.F. IMPRIMÉS

PAR

WILHELM OSTWALD
Professeur honoraire à l'Université de Leipzig
Associé de l'Institut International de Sociologie

Traduit de l'allemand par E. PHILIPPI, licencié ès sciences

PARIS (5e)
V. GIARD & E. BRIÈRE
LIBRAIRES-ÉDITEURS
16, RUE SOUFFLOT ET 12, RUE TOULLIER

1910

A

ERNEST SOLVAY

CRÉATEUR DE L'ÉNERGÉTIQUE SOCIALE

Ce livre est dédié

PRÉFACE

Ma première intention était de donner pour titre à cet ouvrage : Les fondements énergétiques de la sociologie. *Le nom de sociologie me semblait convenir, en effet, à la science qui occupe le premier rang dans la hiérarchie établie par Auguste Comte, science qui suppose toutes les autres et qui présente la synthèse la plus vaste des manifestations de l'esprit humain. Mais un examen attentif de la question m'a montré que l'association, dont l'étude fait l'objet de la sociologie, n'est qu'un des moyens employés par les hommes pour progresser dans la voie de la civilisation, et que, seule, l'expression « science de la civilisation » est adéquate à la science dont je veux traiter ici.*

C'est dans les sciences dont j'ai fait ma spécialité, savoir la chimie et la physique, que j'ai commencé à appliquer la conception énergétique. Je me convainquis plus tard qu'elle éclairait aussi de nombreuses questions de physiologie, de psychologie et d'anthropologie. Il me semble aujourd'hui qu'elle est d'un secours non moins précieux pour l'étude des autres branches de la science de la civilisation. Le lecteur jugera s'il en est ainsi.

Comme les personnes qui cultivent spécialement la sociologie et la science de la civilisation ne sont pas en général familiarisées avec les concepts et les lois de l'énergie physique, j'ai mis en tête de ce livre deux chapitres où ces matières sont exposées d'une façon simple. Il va de soi que la science de la civilisation, étant le couronnement de toutes les autres, n'a pas seulement des bases énergétiques, mais qu'elle repose aussi sur d'autres bases, les mathématiques et la biologie, par exemple.

Bien que profane en cette science, j'espère que ma tentative d'en présenter un aperçu général au point de vue énergétique semblera justifiée.

LES

FONDEMENTS ÉNERGÉTIQUES

DE LA SCIENCE DE LA CIVILISATION

CHAPITRE PREMIER

LE TRAVAIL

Ce qu'on désigne, dans le langage ordinaire, sous le nom de *travail* est lié dans la pensée à l'idée de fatigue. Il n'en est pas de même dans la langue scientifique. Les sciences, en effet, envisagent aussi bien le travail des machines, pour lesquelles il ne saurait être question de fatigue, que celui des hommes et des animaux. Quand, dans cet ouvrage, nous parlerons de travail, nous aurons généralement en vue le travail tel qu'on l'entend dans les sciences.

Le travail est une grandeur bien définie, mesurable et contrôlable. C'est une des formes de *l'énergie*. Dans la vie de tous les jours, on désigne par ce dernier mot une qualité morale ; *dans les sciences, il comprend tout ce qui peut naître du travail et être retransformé en*

travail. En vertu d'une loi naturelle qui, de toutes les lois connues, est la plus générale et par suite la plus importante, l'énergie a la propriété de ne pouvoir être ni augmentée, ni diminuée, de quelque façon que ce soit. Par conséquent, pour un processus naturel quelconque, il y a égalité entre les quantités d'énergie dépensées et les quantités d'énergie reçues.

Cette loi nous permet donc de savoir quelque chose de précis sur un phénomène naturel quelconque, et, par suite, de comprendre ce phénomène dans une certaine mesure. L'importance de la *loi de conservation de l'énergie* est déjà reconnue par les physiciens et les chimistes, qui s'en servent continuellement pour des calculs relatifs aux processus les plus variés. Son utilité en physiologie s'est affirmée souvent depuis un certain temps, et elle forme aujourd'hui la base de la science de l'alimentation. Par contre, on a rarement tenté, jusqu'ici, d'appliquer la loi de l'énergie (ou plutôt les lois de l'énergie, car il y en a plusieurs) aux phénomènes sociaux. C'est précisément pour cela que j'ai composé cet ouvrage, où j'essaie de poser les bases énergétiques de la sociologie. Si l'on trouve que je n'ai pas atteint le but que je poursuivais, il faudra se dire, non pas que l'entreprise est irréalisable, mais que j'ai été incapable de la réaliser, et qu'un autre sera plus habile que moi.

Je vais maintenant illustrer les notions de travail et d'énergie par un exemple emprunté à la vie de tous les jours. Je suppose que mon charbonnier m'envoie vingt sacs de charbon et que son employé me les

monte au second étage. La somme à payer à l'employé, pour ce travail, ne dépendra pas de la vitesse avec laquelle il l'aura exécuté, car, qu'il ait été fait vite ou lentement, le travail accompli sera toujours le même. Mais elle sera proportionnelle, d'une part, au nombre des sacs, d'autre part au nombre des étages. Si je n'avais fait venir que dix sacs, la somme due à l'employé aurait était deux fois moindre ; si j'avais fait monter les vingt sacs au troisième étage, elle aurait été plus grande de moitié.

Cet exemple nous fait connaître plusieurs propriétés essentielles et caractéristiques du travail et de l'énergie. D'abord, le transport du charbon au deuxième étage est un travail dans l'acception scientifique de ce mot; car ce transport pourrait être effectué par une machine quelconque au lieu de l'être par un homme ; d'ailleurs, en tant qu'il l'effectue, l'employé n'est qu'une machine. Ensuite, ce travail ne s'accomplit pas sans une certaine dépense. Chez l'employé, la dépense faite se reconnaît à sa fatigue et à son besoin de manger. Quant à la machine qui monterait ce charbon, elle dépenserait de la vapeur ou du courant électrique, etc.

Nous voyons ainsi que le travail ne se crée jamais *ex nihilo,* mais qu'il s'obtient toujours aux dépens de quelque chose.

L'incréabilité du travail est un fait dont tout homme cultivé est bien pénétré aujourd'hui, mais il n'y a pas très longtemps que ce fait est établi. Les hommes les plus éminents s'efforçaient autrefois de créer du tra-

vail, en d'autres termes, d'obtenir le mouvement perpétuel. La preuve que le mouvement perpétuel est impossible offre une très grande importance, car de cette impossibilité résulte immédiatement la *loi de la conservation de l'énergie*.

S'il est impossible de créer du travail, il est également impossible d'en anéantir. Chaque fois que du travail disparaît, quelque chose s'en trouve changé. En rétablissant les choses dans leur état primitif, on retrouve le travail dépensé. Ainsi, une fois exécuté le travail dont il était question tout à l'heure, le charbon se trouve au second étage. En laissant la pesanteur ramener à terre ce charbon, je pourrai récupérer ce travail et l'employer d'une façon quelconque. Supposons que je jette simplement les sacs en bas : quand ils seront parvenus à terre, la chaleur contenue dans le charbon se trouvera augmentée d'une quantité déterminée, et cet accroissement de chaleur pourrait, si l'on disposait d'une machine parfaite, élever de nouveau le charbon exactement au point d'où il aura été jeté (1).

Si le travail ne peut être ni créé, ni anéanti, *la somme de travail existant dans le monde doit toujours rester la même*. Il en est, à cet égard, du travail comme de l'or, par exemple; on ne connaît aucun moyen de créer ni d'anéantir de l'or. Les alchimistes

1. Les machines existantes, toutes imparfaites, ne permettraient pas d'obtenir ce résultat, car elles ne peuvent pas transformer en travail la totalité de la chaleur qui leur est fournie. Cette question sera, du reste, exposée dans le prochain chapitre.

ont cherché à créer de l'or, mais ils n'y sont point parvenus ; et, quelques transformations qu'un chimiste fasse subir à un gramme d'or, quelque variés que puissent être les produits que cette masse d'or servira à former, il lui sera toujours possible d'en retirer le gramme d'or. Toutefois, de même qu'une machine ne peut pas transformer intégralement en travail le charbon qu'elle reçoit, de même le chimiste, si habile opérateur qu'il puisse être, ne récupérera pas tout l'or qu'il aura engagé dans des combinaisons.

Mais les traces d'or qu'il ne pourra récupérer ne sont pas anéanties : elles restent attachées aux papiers, aux vases qu'il a employés pour ses opérations, et peut-être même à ses doigts. Si l'on pouvait réunir toutes ces traces, on retrouverait le gramme tout entier.

Connaissant, par nos expériences de laboratoire, cette loi de conservation de l'or, nous disons en toute assurance : la quantité totale de l'or qui se trouve sur la terre est constante et ne variera jamais. Personne n'a certainement jamais pesé, ni même vu, tout l'or qui se trouve dans le monde ; mais comme, chaque fois qu'on a opéré sur une quantité d'or déterminée, on a reconnu qu'il était également impossible d'anéantir et de créer ce corps, on a le droit d'étendre la loi de constance à la totalité de l'or qu'on a trouvé jusqu'à présent et qu'on trouvera dans l'avenir.

Et de même qu'on peut obtenir au moyen de l'or de nombreux produits dont l'aspect diffère tout à fait

de celui de l'or (le faux rubis, par exemple, doit sa couleur rouge foncé à l'or qu'il contient), de même on peut obtenir au moyen du travail diverses choses qui ne ressemblent pas au travail. De même aussi que de tout produit de transformation de l'or on peut retirer l'or qui avait concouru à la formation de ce produit, de même, de tout produit de transformation du travail on peut récupérer le travail que l'on avait dépensé pour obtenir ce produit. *Tout produit de transformation du travail est une énergie.* Comme le travail, en se transformant, donne des produits très divers, il y a lieu de distinguer de nombreuses espèces d'énergie.

Mais nous n'avons pas encore tiré, de l'exemple d'un homme qui monte du charbon, tout le profit qu'il peut nous donner. Nous avons vu que le travail de cet homme est proportionnel, d'une part, au poids du charbon transporté, et, d'autre part, à la hauteur à laquelle ce charbon est monté. Quand une grandeur est proportionnelle à deux autres, elle est proportionnelle à leur produit. Or, au lieu d'un poids, nous pouvons considérer une autre *force* quelconque. Pour vaincre l'action d'une force s'exerçant sur un objet qui se déplace dans une direction opposée à celle de cette force, *il faut effectuer un travail égal au produit de la force par le déplacement de l'objet.* Quand un objet se déplace dans la direction de la force qui agit sur lui, il fournit un travail dont la mesure est le produit de la force par le déplacement. Par exemple, si l'on a remonté le poids d'une horloge,

il peut fournir, en se mouvantdans le sens de la pesanteur, le travail nécessaire pour maintenir l'horloge en mouvement. Comme c'est en élevant les poids qu'on a emmagasiné dans ces poids le travail nécessaire pour assurer la marche de l'horloge, celle-ci est actionnée, en réalité, par un travail humain : les poids ne servent qu'à emmagasiner ce travail et à le rendre peu à peu à l'horloge à mesure que celle-ci en a besoin.

Le travail est donc une grandeur ayant pour mesure le produit de la force par le déplacement. Toutes les machines simples, levier, plan incliné, hélice, mouffle, etc., sont des organes servant à modifier le travail. Comme il n'existe aucun moyen de créer du travail, ces machines ne peuvent pas faire autre chose que de modifier le travail quant à la direction et au déplacement, sans que ces modifications puissent être accompagnées d'un changement quelconque dans sa valeur numérique. Donc, lorsqu'une machine rend le déplacement trois fois plus petit, elle exerce une force trois fois plus grande que celle qui agit sur elle. En effet, le produit de la force par le déplacement ayant la même valeur des deux côtés de la machine, à un déplacement trois fois plus petit correspond une force trois fois plus grande.

A côté de ces appareils mécaniques simples, qui modifient le travail, il en est qui transforment le travail en d'autres choses qui ne sont pas du travail, car elles ne peuvent être représentées par le produit d'une force par un déplacement. Par exemple, en faisant

tourner le plateau d'une machine électrique (ce qui exige du travail) on obtient, comme on le sait, des étincelles et d'autres phénomènes électriques. Ces divers phénomènes électriques, étant produits moyennant une dépense de travail, rentrent dans le concept d'énergie. En outre, comme on le sait aussi, les corps électrisés s'attirent ou se repoussent, suivant que leurs charges sont de signe contraire ou de même signe; par suite, ils peuvent vaincre des forces, c'est-à-dire fournir à leur tour du travail. On peut donc récupérer du travail des phénomènes électriques : d'où résulte qu'il y a une *énergie électrique*.

Au moyen du travail mécanique on peut aussi produire de la *chaleur*. Par exemple, on échauffe deux corps en les frottant l'un contre l'autre. Il y a donc une *énergie calorifique*. C'est ce que montrent aussi les machines à vapeur, où de la chaleur se transforme en travail mécanique. Les deux transformations inverses sont donc possibles.

On reconnaît de même que la *lumière* est, elle aussi, une forme de l'énergie.

Enfin, il y a une *énergie chimique;* dans les transformations chimiques qu'ils éprouvent, les corps développent de l'énergie. Ainsi la combustion d'un corps, c'est-à-dire sa combinaison avec l'oxygène de l'air, donne naissance à de la chaleur et à de la lumière. Dans les moteurs à gaz et à benzine, on transforme de l'énergie chimique en *travail mécanique*. Inversement, on peut déterminer des processus chimiques au moyen d'un travail mécanique; mais ici je ne pourrais

pas citer d'exemples qui fussent suffisamment familiers aux profanes.

Si l'on remarque que nos appareils sensoriels ne sont mis en action que par un échange d'énergies s'effectuant entre eux et le monde extérieur, on se convaincra que les renseignements que nous pouvons obtenir sur le monde extérieur nous parviennent tous sous la forme d'une énergie. *Nous ne connaissons du monde extérieur que ses énergies : aussi pouvons-nous exprimer en termes d'énergie tout ce que nous savons sur lui.* De là l'incomparable valeur du concept d'énergie pour la description et l'explication de tout phénomène naturel.

Voici, emprunté à un autre ordre d'idées, un exemple qui permettra de se faire de l'énergie une idée bien nette. Une somme d'argent, d'une valeur déterminée, sera représentée par des nombres différents suivant qu'on l'exprimera en marks, en couronnes, en livres sterling ou en francs. Eh bien, une quantité donnée d'énergie est comparable à une somme d'argent d'une valeur déterminée, et les différentes formes que peut présenter cette quantité d'énergie aux différentes monnaies auxquelles on peut avoir successivement recours pour exprimer cette somme d'argent. De même que, pour un nombre donné de marks, on obtient un nombre déterminé de couronnes, soit que l'échange soit effectué directement, soit qu'on ait échangé les marks contre des francs, les francs contre des livres sterling, et enfin les livres sterling contre des couronnes, de même on tire d'une quantité donnée

d'une énergie quelconque, par exemple, d'un quantum d'énergie mécanique, la même quantité d'une autre espèce d'énergie, par exemple, de chaleur, soit que la transformation ait été opérée directement, soit que l'énergie mécanique ait d'abord été transformée en énergie électrique ou en énergie lumineuse. De plus, on peut échanger 100 marks en partie contre des francs, en partie contre des couronnes; et la somme des francs et des couronnes aura une valeur de 100 marks. Pareillement, on peut transformer du même coup une quantité donnée d'une certaine espèce d'énergie en des quantités déterminées de plusieurs autres espèces; et la somme des quantités des nouvelles énergies sera égale à la quantité de l'énergie disparue.

Ainsi l'énergie se comporte comme une chose concrète qui peut prendre différentes formes; ces formes dérivées peuvent être ramenées à la forme primitive. L'énergie garde donc, à travers toutes les transformations qu'elle peut subir, une valeur constante. Aussi ai-je proposé, il y a déjà longtemps, de considérer l'énergie comme une substance.

Il ne s'agit pas ici de métaphysique, mais de quelque chose de très simple. On peut transformer une quantité donnée d'or en une feuille de papier portant quelques mots et ayant la même valeur que cette quantité d'or; et même, entre honnêtes gens, un simple engagement verbal aura la même valeur que cet or, dans lequel il pourra être retransformé. Il en est tout à fait de même de l'énergie, qui peut être transformée, mais non anéantie. Or, le mot de *substance* désigne

une chose ayant la propriété de subsister à travers tous les changements de forme qu'elle peut subir. On peut donc l'appliquer à l'énergie avec autant de raison qu'on l'applique à l'or.

Certaines personnes croient qu'appeler l'énergie une substance, c'est dire qu'elle est quelque chose de *matériel*. On appelle matérielles les choses qui ont un *poids* et une *masse*. Les choses matérielles sont d'ailleurs, elles aussi, des substances, car, de même qu'il y a une loi proclamant la conservation de l'énergie, de même il y en a une qui proclame *la conservation du poids et de la masse*. La chaleur et l'électricité sont tout aussi réelles que l'eau et que l'air ; toutefois elles sont impondérables, et, par suite, elles ne constituent pas des choses matérielles. Mais elles rentrent, comme toutes les choses réelles, dans le concept d'énergie, qui est plus général que celui de matière.

Nous distinguerons les espèces d'énergie suivantes :

1° *Énergies mécaniques ;*

2° *Chaleur ;*

3° *Lumière ;*

4° *Énergies électriques et mécaniques ;*

5° *Énergies chimiques.*

A se guider d'après les vues de la science moderne, il faudrait faire rentrer la lumière dans les énergies électromagnétiques, et il y aurait lieu aussi, vraisemblablement, de considérer la chaleur comme étant de nature mécanique ; de sorte qu'il ne resterait plus que trois groupes, comprenant respectivement les énergies mécaniques, électriques et chimiques. Certains tentent

même une simplification plus grande encore. Mais nous n'avons pas à nous occuper ici de spéculations qui ne se sont fait jour que dans ces derniers temps, et nous nous en tiendrons à la division établie plus haut : elle est plus convenable que toute autre pour l'étude que nous nous proposons.

Nous connaissons déjà une énergie mécanique, le travail, et nous avons dit qu'il a pour mesure le produit de la force par le déplacement dans la direction de la force ou dans la direction contraire. Il faut rapprocher du travail, ainsi défini, d'autres sortes d'énergies, l'*énergie de surface* et l'*énergie de volume*. L'énergie de surface se manifeste, par exemple, dans l'extension ou la contraction d'une membrane de caoutchouc : nous n'aurons guère à nous en occuper. L'énergie de volume joue un rôle prépondérant dans la physique des gaz. Comme on le sait, il faut dépenser du travail pour réduire leur volume ; et, au contraire, en se dilatant, ils cèdent du travail. Dans les machines à vapeur, par la détente, l'énergie de volume se transforme dans le travail linéaire du piston, et ce travail est transmis ensuite à d'autres organes.

Semblable à l'énergie de volume, dont la distinguent cependant des différences caractéristiques, est l'*énergie de forme*, ou élasticité, grâce à laquelle les corps solides conservent leur forme. Pour changer la forme d'un corps solide, il faut dépenser du travail, ce qui n'est pas le cas pour un corps liquide, ni pour un corps gazeux. Quand nous remontons une montre, le ressort emmagasine du travail au moyen de l'énergie de

forme ; il cède ensuite, peu à peu, ce travail, et il ne contient plus d'énergie de forme quand il a repris sa forme première.

Il faut dépenser de l'énergie pour mettre un corps en *mouvement*. La dépense de travail pour lancer une pierre est d'autant plus considérable que cette pierre est plus lourde (ou, plus exactement, que sa masse est plus grande), et qu'elle doit se mouvoir plus vite. L'espèce d'énergie qu'il faut dépenser pour lancer un projectile s'appelle énergie de mouvement ou *énergie cinétique*. On la nommait autrefois *force vive*, mais on a renoncé à cette appellation, qui pouvait induire en erreur. L'action destructrice d'un boulet de canon est due exclusivement à l'énergie de mouvement qu'il possède, et que la rencontre d'un obstacle convertit en d'autres formes d'énergie. Le duel classique entre le canon et la plaque de blindage peut être considéré comme un duel entre l'énergie de mouvement du boulet et l'énergie de forme de la plaque. Si la plaque peut transformer l'énergie de mouvement du boulet en énergie de forme sans être détruite, elle est supérieure au projectile ; dans le cas contraire, c'est au projectile qu'appartient la supériorité.

Nous avons ainsi envisagé tous les types d'énergie mécanique.

C'est par la vue, par le toucher ou par l'ouïe, suivant les cas, que nous percevons les différentes énergies mécaniques ; nous ne possédons pas, pour la perception de ces énergies, d'appareil sensoriel *spécifique*. Il en est autrement de la perception de *l'énergie calo-*

rifique, ou *chaleur*. Mais l'appareil sensoriel à l'aide duquel nous percevons la chaleur ne subsiste que dans des limites étroites ; si la chaleur est trop forte, elle le détruit. Le sens de la chaleur réside dans la peau, et les points sensibles au chaud et au froid s'y trouvent distribués assez irrégulièrement.

Grâce à cet appareil sensoriel spécial, nous sommes familiarisés avec une certaine propriété de la chaleur qu'on appelle *température*. Lorsque la chaleur est en repos dans un système, on dit qu'il y règne partout la même température. Elle s'y meut tant que la température n'y est pas devenue uniforme.

Toutes les espèces d'énergie possèdent une propriété analogue à la température. Cette propriété est désignée sous le nom général d'*intensité*. Quand une énergie quelconque est en repos dans un système, on dit qu'elle y a partout la même intensité. La température est donc l'intensité de l'énergie calorifique.

C'est aussi au moyen d'un appareil sensoriel spécial que nous percevons la *lumière*. La lumière consiste en vibrations de très faibles longueurs d'onde, qui se propagent dans l'espace à la vitesse de 300.000 kilomètres par seconde. Il y a des radiations invisibles ; leurs longueurs d'onde sont soit supérieures, soit inférieures à celles des radiations que l'œil perçoit. Ce qui permet de constater l'existence des radiations invisibles, c'est leur transformation en chaleur ou en énergie chimique (l'action de cette dernière énergie se manifeste, par exemple, sur les plaques photographiques).

C'est la lumière qui, de toutes les espèces d'énergie,

nous fournit l'image la plus précise du monde extérieur. De plus, ainsi que nous le verrons plus loin, c'est elle qui entretient la vie à la surface de la terre.

Nous n'avons pas de sens spécial pour l'*énergie électrique*, comme nous en avons pour la chaleur et pour la lumière ; elle se manifeste à nous par ses produits de transformation, c'est-à-dire par les autres énergies auxquelles elle donne naissance. Il n'y a pas longtemps que cette espèce d'énergie est connue, et il y a bien moins longtemps encore — cinquante ans à peine — qu'elle fait l'objet d'applications techniques. Cependant elle a déjà fait faire d'immenses progrès à la civilisation (que l'on songe seulement au télégraphe et au transport du travail). Elle lui en fera faire de bien plus grands encore lorsqu'on l'appliquera à l'agriculture, ce qui ne peut manquer d'arriver dans un avenir très proche.

L'intensité de l'énergie électrique a reçu le nom de tension ; si la tension est partout la même dans un système, l'électricité y reste en repos ; pour que celle-ci se mette en mouvement et puisse ainsi donner lieu à des produits de transformation, il faut qu'entre certains points du système il y ait une différence de tension.

Lorsque cette différence existe, l'énergie électrique se transforme très facilement en d'autres énergies. A un même circuit nous adaptons des lampes, qui nous donnent de la lumière ; des radiateurs, qui nous donnent de la chaleur ; des machines, qui nous fournissent du travail mécanique. Nous pouvons aussi faire produire à l'électricité des effets chimiques et magnétiques.

Ainsi, il est facile, d'une part, de transporter au loin l'action de l'électricité (par des fils conducteurs), d'autre part, de transformer cette espèce d'énergie en telle autre espèce que l'on veut. De là vient en partie l'importance que l'électrotehcnique a prise de nos jours.

Enfin l'*énergie chimique* a un caractère de plus grande variété encore que les autres espèces d'énergie, car chacun des nombreux corps que nous connaissons représente une forme spéciale d'énergie chimique. Tandis que la lumière et l'électricité sont indépendantes de la matière, l'énergie chimique est toujours étroitement liée à des corps pondérables ; à cet égard elle se rapproche des énergies mécaniques et de la chaleur.

Elle se conserve et se transporte plus facilement que toute autre énergie, et cela lui donne une très grande importance au point de vue de la civilisation. Ainsi, c'est exclusivement à l'énergie chimique emmagasinée dans le charbon, dans la benzine, que les bateaux à vapeur, les trains de chemin de fer, les automobiles et les appareils d'aviation doivent de se mouvoir.

De même, la vie des *organismes*, plantes et animaux, repose uniquement sur l'énergie chimique. Les plantes transforment l'énergie lumineuse des rayons solaires en énergie chimique, qu'elles emmagasinent dans leurs tissus ; cette énergie chimique leur est indispensable pour l'accomplissement de leurs diverses fonctions. Elle n'est pas moins indispensable à l'accomplissement des fonctions des animaux. En particulier, leurs contractions musculaires, au moyen desquelles ils accomplissent presque tous leurs actes, ne

sauraient se produire sans l'énergie fournie par les processus chimiques (combustion des aliments dans les tissus).

Ce coup d'œil jeté sur les diverses énergies suffit à nous montrer que le monde où nous vivons est entièrement soumis à leurs influences. C'est grâce à l'énergie de forme que les corps solides ont acquis et gardent leur configuration. C'est l'énergie calorifique, dans laquelle se transforme l'énergie rayonnante du soleil, qui élève l'eau dans les airs, et c'est l'énergie de pesanteur qui, par les ruisseaux, les rivières et les fleuves, transporte cette eau jusqu'à l'océan. Nos aliments, solides et liquides, sont des systèmes dont les uns ont de l'énergie de forme et dont les autres n'en ont pas, mais qui tous possèdent de l'énergie de volume, et contiennent en outre, sous les formes les plus variées, de l'énergie chimique. Toutes nos actions, toutes nos opérations psychiques, reposent sur des variations ou des transformations d'énergie; ces transformations et ces variations, spatiales et temporaires, forment la base de tout ce qui se produit. Tout ce qu'on appelle matière est de l'énergie, car la matière se présente comme un complexus d'énergie de pesanteur, d'énergie de forme et de volume, d'énergie chimique; complexus auquel se joignent des quantités, variables avec le temps, d'énergie calorifique et d'énergie électrique.

Cette conception du monde est assurément peu répandue et je n'ose pas espérer que le lecteur se l'assimilera assez complètement pour pouvoir tout expri-

mer en termes d'énergie. Mais je voudrais essayer de le convaincre qu'il y a avantage à le faire (1).

Les partisans des anciennes doctrines représentent la matière et la force comme deux entités différentes l'une de l'autre, mais toujours associées. Si ces deux entités ne sont jamais séparées, la logique n'exige-t-elle pas qu'on les comprenne dans un concept commun? L'énergétique en donne le moyen : le concept d'énergie, en effet, embrasse celui de matière et celui de force. En l'introduisant dans la science, on n'y introduit pas une nouvelle entité métaphysique ; on aide l'esprit humain à faire un pas de plus dans la voie de son développement normal, à réaliser un progrès analogue à celui qu'il a fait lorsqu'il a réuni les concepts de lion, de cheval, de poisson et de mouche en un concept unique, celui d'animal.

Si, dans cet ouvrage, on s'est appuyé sur le concept d'énergie, bien qu'il soit peu familier aux personnes étrangères à la physique, c'est à cause de son caractère d'universalité. Grâce à ce caractère, en effet, il fournit des vues d'ensemble que les anciens concepts, plus étroits, ne sauraient permettre. Il est donc particulièrement utile pour l'étude de la science de la civilisation, qui est la plus compliquée de toutes les sciences.

1. On trouvera un exposé détaillé de l'énergétique dans *L'Energie* par W. Ostwald (Alcan).

CHAPITRE II

LE COEFFICIENT ÉCONOMIQUE

Tout ce qui se produit consiste en transformations d'énergie. Car, dans un système en tous les points duquel les énergies demeureraient identiques à elles-mêmes, nous retrouverions constamment chaque chose dans le même état, puisque nos sens ne nous permettent de percevoir que des énergies. Ainsi, rien ne changerait dans ce système, ou, en d'autres termes, rien ne s'y produirait. Les transformations d'énergie constituent donc un phénomème primordial, origine de tout ce qui se produit.

Jamais une énergie A ne se transforme intégralement en une autre énergie B. En même temps qu'une partie de A prend la forme B, l'autre partie de A prend toujours des formes C, D, etc. ; il arrive souvent que, dans les circonstances présentes, ce reste de A ne pourrait pas se transformer en B. Bien entendu, la quantité totale d'énergie en jeu demeure constante : ainsi le veut le premier principe de l'énergétique. Mais, au point de vue pratique, ceci importe peu ; ce qui nous intéresse, c'est de savoir quelle proportion d'une énergie désirée B nous pourrons tirer, par transformation, d'une quantité donnée d'énergie A.

plus petit que A. Nous appellerons A l'énergie *brute* et B l'énergie *utile*. La quantité B d'énergie utile que l'on peut tirer de l'unité de quantité A de l'énergie brute, ou le rapport $\frac{B}{A}$, peut être appellé le *coefficient économique* de transformation, terme emprunté au vocabulaire technologique. Le coefficient économique, toujours plus petit que l'unité, peut avoir l'une quelconque des valeurs comprises entre 1 et 0. Sa valeur dépend de la nature des énergies A et B, mais aussi, et cela dans une très large mesure, des conditions dans lesquelles s'effectue la transformation de A en B. Le rapport $\frac{B}{A}$ est déterminé en grande partie par la nature de la machine qui réalise la transformation (nous désignons sous le nom général de machine tout appareil propre à transformer une énergie en une autre). Si l'on connaît le coefficient économique K d'une transformation d'énergie effectuée dans des conditions déterminées, la résolution de l'équation $B = KA$ fera connaître la quantité B d'énergie utile que l'on peut tirer, dans les mêmes conditions, d'une quantité A de l'énergie brute considérée. En remplaçant les symboles par les mots qu'ils représentent, on aura :

Énergie utile = coefficient économique × énergie brute.

L'idée fondamentale de mon ouvrage est dans cette équation. Je m'explique. On peut dire que tout effort ayant pour but le progrès de la civilisation tend, d'une

Ainsi qu'il a été dit plus haut, B sera toujours part, à augmenter la quantité disponible A d'énergie brute, et, d'autre part, à élever le coefficient K de transformation de l'énergie brute en énergie utile. Comme la quantité existante d'énergie brute est limitée, l'amélioration du coefficient économique est un problème d'une importance capitale, d'une importance d'autant plus grande que la population de notre globe ne fait que s'accroître.

Ces quelques mots permettent déjà de comprendre que le coefficient économique fournit un critérium applicable à tous les cas particuliers que nous aurons à envisager. Néanmoins, pour fixer davantage les idées, il est utile de recourir à un exemple, et de l'emprunter à la vie domestique. Quand nous allumons une lampe, nous transformons l'énergie chimique du pétrole ou du gaz qui l'alimente en énergie lumineuse. Ici l'énergie brute est l'énergie chimique, et l'énergie utile, la lumière. Or nous pouvons mesurer chacune de ces deux énergies. Dans le *système absolu* de mesures, les unités sont choisies de telle façon que les quantités correspondantes de deux énergies dont l'une est supposée pouvoir se transformer complètement dans l'autre soient représentées par le même nombre. Or on constate que, dans une lampe à pétrole d'ancien modèle, deux ou trois pour cent seulement de l'énergie chimique se transtorment en lumière : on en conclut que c'est là un appareil très imparfait. Une lampe moderne, c'est-à-dire une lampe à gazéification et à manchon, convertit en lumière

dix pour cent environ de l'énergie chimique contenue dans le pétrole : c'est donc un appareil beaucoup meilleur, qui constitue un progrès au point de vue de la civilisation.

On dira peut-être que, si la considération du coefficient économique est utile quand il s'agit d'applications techniques, elle n'a pas sa place dans l'étude des choses d'un ordre « plus élevé ».

Et bien, prenons une chose regardée généralement comme étant d'un ordre très élevé, le droit. A quoi tend le droit? A concilier les intérêts particuliers soit entre eux, soit avec les intérêts de la société. Autrefois, pour ne pas être opprimé par ses voisins, l'individu dépensait en combats la plus grande partie de son temps et de son énergie, et il ne lui en restait plus guère pour soigner ses intérêts immédiats. Le droit ayant remplacé la force dans les rapports entre personnes, *on peut aujourd'hui convertir en énergie utile l'énergie qu'on gaspillait autrefois en combats*. Le droit a donc pour but et pour effet de supprimer les gaspillages d'énergie brute et d'améliorer par là le coefficient économique de transformation de cette énergie en énergie utile.

C'est du même point de vue qu'il convient de juger le mouvement, tous les jours plus accentué, qui tend à établir, entre les États, des relations fondées sur le droit. Il est plus difficile, cela se comprend, d'organiser des relations juridiques entre des États qu'entre des individus ; c'est pour cela que le droit international est de beaucoup en retard sur le droit privé. Jusqu'à

ces dernières années, on regardait comme impossible de régler les différends entre États autrement que par la force. Aujourd'hui, ces conflits tendent à se régler juridiquement. Il y a là une évolution toute semblable à celle qui s'accomplit au moyen âge dans les relations entre individus, et qui aboutit à la suppression du droit du plus fort. Il y a quelques années, la Suède a montré qu'il est possible de réaliser sans effusion de sang une nouvelle organisation politique entraînant la séparation de territoires considérables. Les événements qui ont eu lieu tout récemment dans le sud-est de l'Europe prouvent qu'il est moins coûteux d'opérer des changements politiques moyennant des compensations pécuniaires qu'au prix d'une guerre.

De ces exemples, et d'autres qu'il me semble superflu de citer, il ressort clairement qu'*au moyen de compromis revêtant une forme juridique on tire, des énergies brutes disponibles, beaucoup plus d'énergie utile que par l'emploi de la force.*

La valeur du coefficient économique dépend-elle de quelque loi générale? Oui, assurément. Outre le premier principe de l'énergétique, ou principe de la conservation de l'énergie, sur lequel nous avons insisté, il y en a un autre, que l'on appelle le second principe de l'énergétique, et qui vise précisément le coefficient de transformation d'une énergie en une autre. Un exemple emprunté à la vie de tous les jours le fera connaître, au moins partiellement.

Quand nous voyageons en chemin de fer, notre corps acquiert, ainsi que tous les objets qui se trouvent

dans le train, une quantité déterminée d'*énergie de mouvement*. Si l'on serre brusquement les freins, nous sommes projetés, en vertu de cette énergie, dans le sens où marchait le train. Pourquoi pareille chose ne nous arrive-t-elle pas tant que le train est en mouvement ? Ce n'est pourtant pas au moment où le train est arrêté que nous acquérons de l'énergie de mouvement. Assurément non : mais les freins n'agissent que sur le train, dont l'énergie de mouvement se transforme en chaleur dans les sabots des freins ; quant à nous, nous conservons notre énergie de mouvement ; il s'établit donc brusquement une *différence de vitesse* entre nous et les wagons ; d'où la transformation inévitable de notre énergie de mouvement en d'autres énergies.

Nous avons signalé quelque chose de semblable à propos de l'énergie électrique : nous avons vu que, dans un système où sa tension est la même partout, elle ne se convertit pas en d'autres énergies.

Nous avons donné le nom *d'intensité* à la tension de l'énergie électrique. Nous sommes ainsi conduit à nous demander si toutes les transformations d'énergie ne seraient pas dues à des différences d'intensité. Eh bien, *une différence d'intensité est*, en effet, *une condition nécessaire de toute transformation d'énergie*, mais elle n'en est pas la condition suffisante. Nous reviendrons plus tard sur cette question.

Si la tension est l'intensité de l'énergie électrique, la vitesse est l'intensité de l'énergie de mouvement. Comme on le sait, la terre se déplace avec une vitesse de près de 30 kilomètres à la seconde, et il est facile

de calculer la quantité d'énergie de mouvement que possède, par suite de cette vitesse, un objet quelconque situé à la surface de la terre. Si l'on fait ce calcul pour une pierre de la grosseur du poing, on trouvera que la quantité d'énergie de mouvement qu'elle possède suffirait à faire sauter une maison. Mais il nous est absolument impossible de tirer le moindre parti de cette énergie : son coefficient de transformation, en effet, est égal à zéro. Cela tient à ce que, tous les autres objets terrestres possédant la même vitesse que celui que nous avons pris, il n'en est aucun dont l'énergie de mouvement présente, avec la sienne, une différence d'intensité, condition nécessaire de toute transformation d'énergie.

C'est la *température*, nous l'avons dit, qui est l'intensité de la chaleur. Nous pouvons donc affirmer que, *là où il n'existe pas de différence de température, il est impossible de transformer la chaleur en d'autres énergies*. Il en résulte qu'on ne pourrait pas construire un moteur thermique où la température serait uniforme. Cela est, du reste, facile à comprendre : dans un système à température uniforme, qu'est-ce qui déterminerait la chaleur à se mouvoir ?

Le coefficient économique d'une machine thermique dépend principalement de la différence de température qui existe entre sa partie la plus chaude et sa partie la plus froide. Aussi les spécialistes qui se consacrent au perfectionnement des machines thermiques s'efforcent-ils avant tout d'y réaliser la plus grande différence de température possible. Si les

machines à vapeur ne peuvent pas acquérir un coefficient économique aussi élevé que les moteurs à explosion, c'est parce-que, pour des motifs techniques, on ne peut pas porter la vapeur d'eau à une température aussi haute que les gaz de combustion.

Une différence de température ne se produit point d'elle-même. *Il n'arrive jamais que, spontanément, un corps dont la température est uniforme s'échauffe à un endroit et se refroidisse à un autre.* De même, il ne se produit jamais de changement spontané dans les vitesses relatives de deux corps célestes dont l'un tourne régulièrement autour de l'autre. De même aussi, dans un conducteur électrisé où la tension est uniforme, il ne s'établira jamais, spontanément, de différence de tension. Si donc, dans un système, l'intensité est devenue partout la même, elle le restera indéfiniment, à moins qu'une influence extérieure ne vienne à s'exercer. Pour que l'intensité cesse d'y être uniforme, il faudra l'intervention d'une énergie externe ; et cette énergie externe, elle-même, ne pourra agir que si son intensité n'est pas uniforme.

Il résulte de ces considérations que l'énergie se trouve répandue dans le monde sous deux états : à l'état de repos et à l'état de mouvement. L'énergie en repos ne se met jamais d'elle-même en mouvement, ou, en d'autres termes, elle ne se transforme jamais spontanément. Seule, l'énergie à l'état de mouvement peut prendre d'autres formes. Or, le second principe proclame qu'une quantité donnée d'énergie mobile contenue dans un système fermé ne s'accroît jamais,

qu'au contraire elle décroît toujours. *Ainsi l'énergie libre ne peut pas augmenter ; elle ne peut que diminuer.*

Pour fixer les idées, imaginons une enceinte à la température uniforme de o degré, qui est celle de la glace fondante. Nous aurons beau rapprocher les uns des autres les objets contenus dans cette enceinte, en épuisant toutes les combinaisons possibles, nous n'obtiendrons jamais qu'il passe de la chaleur d'un objet dans l'autre. Introduisons maintenant dans cette enceinte un corps à la température de 10 degrés ; il cèdera une partie de sa chaleur, et, si l'on dispose d'une machine convenable, la chaleur cédée pourra être transformée en travail ; mais, dès que la température du corps considéré sera tombée à o degré, la machine s'arrêtera. Supposons que cette machine soit d'une perfection idéale ; alors elle aura transformé en travail toute la chaleur que le corps lui aura cédée. De ce travail nous pourrons, par une transformation inverse, récupérer de la chaleur possédant la température que nous voudrons. Si nous disposons les choses de façon telle que cette chaleur se transporte dans le corps en question, il reprendra presque exactement la température de 10 degrés. Si cette chaleur était communiquée à un corps identique au premier, mais deux fois plus petit, elle le porterait à la température de 20 degrés ; mais jamais, même en supposant, comme nous l'avons fait, des transformations d'une perfection théorique, nous ne disposerons de plus d'énergie libre que nous n'en aurons introduit dans le

système. De même qu'il nous est impossible de créer de l'énergie, de même il nous est impossible de créer de l'énergie libre au moyen d'énergie en repos.

Si l'énergie en repos pouvait se mettre d'elle-même en mouvement, *on pourrait obtenir du travail sans aucune dépense*. En effet, il y a partout de l'énergie en repos qui n'appartient à personne. L'océan en contient des quantités énormes sous forme de chaleur ; une fraction infime de l'énergie calorifique qu'il renferme suffirait à actionner toutes les machines du monde. Mais, comme la température de l'océan est pratiquement constante, la transformation de cette chaleur en travail est impossible. En appelant *machine de seconde espèce à mouvement perpétuel* une machine où de l'énergie en repos serait transformée sans dépense en énergie libre, on peut exprimer le second principe sous cette forme: *une machine de seconde espèce à mouvement perpétuel est impossible*. De même, en désignant sous le nom de *machine de première espèce à mouvement perpétuel* une machine qui créerait de l'énergie *ex nihilo*, on peut énoncer le premier principe sous la forme suivante : *une machine de première espèce à mouvement perpétuel est impossible*. Rien ne peut se produire qui soit en contradiction avec l'un ou l'autre de ces deux *principes de l'énergétique*.

Prenons l'exemple, souvent invoqué, du paquebot transatlantique. Ce bateau consomme, pour faire une traversée, une quantité énorme d'énergie de mouvement, qui passe dans l'océan sous forme de cha-

leur. Si l'océan pouvait restituer au paquebot, sous forme d'énergie de mouvement, l'énergie calorifique qu'il reçoit de lui, le bateau pourrait faire ses traversées ultérieures sans aucune dépense d'énergie. Cette supposition ne va pas à l'encontre du premier principe, mais elle va à l'encontre du second; elle ne peut donc se réaliser.

Les deux principes de l'énergétique présentent une grande ressemblance; il y a pourtant entre eux une différence essentielle, que nous allons mettre en relief.

Ce qui a été dit jusqu'à présent peut se condenser dans deux propositions parallèles :

I. — *Il est impossible de créer de l'énergie.*

II. — *Il est impossible de créer de l'énergie libre.*

Or ces deux propositions doivent être complétées respectivement par les suivantes :

I. — *Il est impossible d'anéantir de l'énergie.*

II. — *Il est possible d'anéantir de l'énergie libre.*

Le cas le plus important où de l'énergie libre s'anéantit est celui de la conduction calorifique. Supposons deux corps à des températures différentes. Imaginons-les d'abord reliés entre eux par une machine recevant, du corps le plus chaud, de la chaleur, et transformant une partie de cette chaleur en travail; l'autre partie sera cédée sous forme de chaleur au corps le plus froid. En supposant la machine parfaite, la quantité de travail qu'elle aura ainsi produite sera égale à la quantité d'énergie libre contenue à l'origine dans le système. Si, au lieu d'opérer ainsi, nous mettons les deux corps en contact immédiat, il passera de la

chaleur du corps chaud dans le corps froid jusqu'à ce que ces deux corps aient la même température : le système sera alors en repos et *ne contiendra plus d'énergie libre, mais il n'en aura pas cédé*. Ainsi, par cette seconde opération, qui se réduit à une simple conduction de chaleur, l'énergie libre contenue à l'origine dans le système aura été *anéantie*. Et comme il n'y a aucun moyen d'en créer, la quantité que le monde en possédait avant cette opération s'en trouvera diminuée d'autant.

On trouve partout des cas semblables quant au résultat. Lorsqu'on a soulevé une pierre, on peut récupérer le travail ainsi dépensé : il suffit de forcer la pierre à effectuer un travail au cours de sa descente. Si l'on se borne à la laisser tomber, elle transformera en énergie de mouvement le travail qu'elle aura absorbé. D'ailleurs, cette énergie du mouvement pourrait, elle aussi, être utilisée. Si la pierre tombe librement sur le sol, elle y transformera en chaleur son énergie de mouvement. Cette chaleur elle-même pourrait être utilisée au moment de sa production ; mais comme, aussitôt produite, elle se propage de tous côtés par conduction, au bout d'un temps très court *elle est perdue à tout jamais en tant qu'énergie libre*.

C'est donc également la conduction calorifique qui, dans ce cas, a causé l'anéantissement de l'énergie libre qui est en jeu. Il en est ainsi chaque fois que de l'énergie libre disparaît : elle se transforme en chaleur, et la chaleur produite se dissipe par conduction. Il est, du reste, impossible de supprimer la conduction

calorifique. On peut concevoir des opérations où l'énergie libre se conserverait, mais ces opérations ne sortiront jamais du domaine de la théorie. Toutefois la pratique pourra se rapprocher de plus en plus de la théorie. Tout résultat obtenu dans cette direction profitera à la civilisation, car elle a besoin, pour progresser, que l'on conserve le plus possible d'énergie libre.

Montrons maintenant pourquoi on est souvent conduit à contrevenir au principe qui commande de ménager, autant que possible, l'énergie libre.

Et d'abord, le mouvement d'un corps pesant sur un plan horizontal n'exige, théoriquement, aucun travail, puisque la pesanteur a la même valeur en tous les points de ce plan, et qu'il n'est jamais nécessaire que le corps soit soulevé pour qu'il puisse passer d'un des points du plan à un autre. Mais, en pratique, il en est tout autrement : un bateau à vapeur, par exemple, exige pour son transport une quantité considérable de travail ; et comme, une fois arrivé à destination, il ne contient pas d'excédent d'énergie, il faut que cette quantité de travail se soit entièrement dissipée. Ainsi l'on peut dire, dans un certain sens, que ce transport a pour résultat une perte d'énergie libre, qui n'est corrigée par aucun gain.

Si l'on se plaçait à ce point de vue, on donnerait raison au mandarin chinois expliquant ainsi l'opposition qu'il faisait à la construction d'un chemin de fer entre Hong-Kong et Pékin : le seul résultat de cette construction, disait-il, serait que les habitants de Hong-Kong iraient à Pékin et ceux de Pékin à Hong-

Kong. Or, il est beaucoup plus simple, et il vaut beaucoup mieux que les habitants de Hong-Kong restent à Hong-Kong et ceux de Pékin à Pékin. Par conséquent, cette construction ne présente aucun avantage.

Nous montrerons plus loin pourquoi il y a économie d'énergie quand les habitants de Hong-Kong vont à Pékin et réciproquement. Pour le moment, bornons-nous à l'étude du problème technique.

La quantité d'énergie consommée par le transport d'un corps pesant suivant un chemin horizontal varie, pour un même corps, avec la nature de ce chemin. Sur un chemin sablonneux, elle est beaucoup plus grande que sur une route pavée, et surtout que sur une voie ferrée. On peut la diminuer beaucoup, en donnant de grands soins à la construction des roues. Théoriquement, l'énergie de transport est zéro. Si donc la valeur pratique de cette énergie est différente de zéro, cela tient uniquement à l'imperfection de nos moyens de transport.

Mais l' « énergie de transport » ne varie pas seulement avec la nature du chemin ; elle dépend aussi de la vitesse du transport ; elle est plus grande quand le déplacement est rapide que quand il est lent. C'est là un phénomène général : plus une opération est effectuée rapidement, plus il y faut consacrer d'énergie libre. Ce phénomène tient à ce que *les opérations idéales, c'est-à-dire celles où l'énergie libre se conserverait, s'effectueraient nécessairement avec une lenteur infinie.* (C'est là une nécessité théorique : pour qu'une opération pût être idéale, il faudrait que les différences

d'intensité de l'énergie en jeu fussent infiniment petites ; d'où, pour cette énergie, un mouvement d'une lenteur infinie, puisque le mouvement d'une énergie est déterminé par les différences d'intensité qu'elle présente.) En effet, puisque les opérations idéales s'effectueraient avec une lenteur infinie, plus une opération est rapide, plus elle consomme d'énergie libre.

Mais on a très souvent avantage à sacrifier une grande quantité d'énergie libre pour gagner du temps. En accélérant une opération, en effet, on atteindra plus complètement, dans bien des cas, le but que l'on s'est proposé ; le résultat de l'opération aura donc une *valeur* plus grande ; le sacrifice d'une grande quantité d'énergie aura abouti à un gain. Au point de vue économique, le résultat le meilleur sera obtenu *quand on aura atteint le point où le gain qui proviendrait du sacrifice d'une plus grande quantité d'énergie serait exactement compensé par la perte résultant de ce sacrifice.*

Trouver ce point, c'est résoudre ce qu'en mathématiques on appelle une question de maximum. Qu'il s'agisse d'établir un réseau de câbles pour la distribution du courant électrique produit par une usine centrale, ou qu'il s'agisse de prendre des déterminations intéressant la destinée, soit d'un individu, soit d'un peuple ; quelle que soit, en un mot, la nature du problème à résoudre, il se ramènera toujours à une question de maximum. La seule difficulté sera de bien saisir quels sont les principaux facteurs dont dépend le résultat, et de juger exactement leur importance respective. Mais nous ne pourrons entrer dans le détail de

cette question que plus tard, lorsque nous aurons traité, d'une façon plus approfondie, du concept de valeur.

Si l'on a souvent avantage à sacrifier largement de l'énergie libre, il n'en est pas toujours ainsi, loin de là. D'ailleurs, ce n'est pas l'espoir d'obtenir un meilleur résultat qui vous y pousse, mais mille circonstances fortuites, mille raisons subjectives. Un homme non civilisé ne songe pas à prendre, pour arriver à un résultat, une voie différente de celle qui l'y a conduit une première fois.

Du reste, reconnaître qu'une opération peut être répétée à volonté constitue déjà, pour l'homme non civilisé, une grande découverte : c'est de pareilles découvertes, tout accidentelles, qu'est née la civilisation. L'humanité a fait un nouveau progrès quand on s'est aperçu qu'une opération pouvait être perfectionnée. Quant à l'idée de perfectionnements méthodiques, elle appartient aux temps modernes.

L'opération par laquelle un résultat déterminé a été obtenu pour la première fois, et que le hasard a fait découvrir, n'est pas nécessairement l'opération la plus désavantageuse conduisant à ce résultat, celle où l'on dépense le plus d'énergie libre ; mais, en général, elle est loin d'être la plus avantageuse. Il y a donc lieu de la perfectionner. Les perfectionnements qu'on y apportera devront consister uniquement à diminuer la dépense d'énergie iibre que cette opération entraîne. Le second principe de l'énergétique apparaît ainsi comme constituant le principe directeur de la civilisation.

CHAPITRE III

LES ÉNERGIES BRUTES

Cherchons maintenant à connaître la source et la nature des énergies brutes dont l'homme dispose. La géologie nous apprend d'une façon certaine qu'au point de vue énergétique la surface de la terre se trouve encore à peu près dans les mêmes conditions qu'à l'époque où y apparurent les premiers anthropoïdes. Aussi bornerons-nous notre étude au temps présent.

La succession du jour et de la nuit et celle des saisons font varier périodiquement les conditions d'existence à la surface de la terre. Tous les êtres vivants s'adaptent nécessairement à ces variations périodiques.

Depuis longtemps la terre ne fournit plus par elle-même aucune énergie à ses habitants. Admettons, comme on le fait généralement, que la terre, dans son état actuel, est le produit du refroidissement d'une sphère gazeuse incandescente. Eh bien, ce refroidissement était assez avancé, à l'époque de l'apparition des premiers anthropoïdes, pour n'avoir plus d'influence sur la constitution de la surface

terrestre. Etant donné les grandes vitesses de réaction que présentent les processus chimiques s'effectuant à une température élevée, il est permis d'admettre que les réactions chimiques possibles entre les seuls composants de la croûte terrestre étaient déjà terminées à cette époque ; de sorte qu'il existait à cet égard un état de repos définitif. La terre aurait donc continué indéfiniment à se mouvoir dans l'espace sans qu'aucun processus s'y manifestât, si le rayonnement solaire ne lui avait fourni de l'énergie libre : le rayonnement du soleil fournit constamment à la terre de l'énergie libre, et *presque tout ce qui se produit à sa surface se produit aux dépens de cette énergie libre*. Seuls, le flux et le reflux de la mer, et les phénomènes qui en dépendent, ne se produisent pas aux dépens de l'énergie rayonnante du soleil.

L'état actuel de la science ne permet pas de décider quand, ni comment, la vie organique est née à la surface de la terre. Peu importe, d'ailleurs, quelles hypothèses nous adopterons : rien d'essentiel n'en dépend. En effet, s'il en dépendait des choses essentielles, ces choses mêmes décideraient en faveur de telle ou telle hypothèse. Ne nous préoccupons donc pas de l'origine de la vie, mais posons-nous l'importante question de savoir *pourquoi les êtres vivants sont constitués comme ils le sont*. Il est hors de doute que certains de leurs caractères essentiels sont dus à la nature des actions auxquelles il sont soumis comme habitants de la terre. Tous les jours, en effet, nous

voyons quelle influence le milieu exerce sur les êtres vivants.

Recherchons donc les conditions auxquelles ils ont dû s'adapter. Ainsi que nous l'avons vu, aucun des processus terrestres, sauf les exceptions citées, ne saurait s'accomplir sans l'énergie libre que le rayonnement solaire fournit à notre planète. Cette énergie est donc indispensable à la subsistance des êtres vivants. Or, le soleil ne leur en envoie pas pendant la nuit. Pour qu'ils en aient toujours à leur disposition, il leur a donc fallu acquérir la propriété d'en emmagasiner pendant le jour. De toutes les énergies, nous le savons, celle qui se conserve le plus longtemps, c'est l'énergie chimique. Eh bien, les plantes transforment directement l'énergie radiante du soleil en énergie chimique, et emmagasinent cette dernière énergie sous forme d'amidon, de sucre, de graisses, de matières protéiques, etc. ; les réserves qu'elles font ainsi sont beaucoup plus que suffisantes pour leurs besoins immédiats. *Les provisions d'énergie chimique ainsi accumulées dans les plantes constituent le capital d'énergie au moyen duquel la vie se maintient sur la terre.*

Ce n'est pas seulement dans les plantes actuellement vivantes qu'il y a des réserves d'énergie chimique ; on en trouve aussi dans les végétaux fossiles dont sont composés l'anthracite, la houille, le lignite.

Le capital d'énergie chimique contenu dans les combustibles fossiles présente, avec un capital en argent, cette différence essentielle que non seulement

il ne peut pas rapporter d'intérêts, mais encore il diminue constamment de lui-même. Cette diminution est due à un travail chimique qui s'accomplit spontanément au sein de ces combustibles, et qui élimine graduellement une quantité plus ou moins grande de l'hydrogène qu'ils contiennent. Or, l'hydrogène ayant une très grande chaleur de combustion, cette élimination représente une perte considérable.

Les calculs par lesquels on a cherché à déterminer combien de temps il faudra pour que s'épuise la provision de combustibles fossiles enfouie dans la terre ont donné des résultats quelque peu différents suivant les prévisions que l'on a faites au sujet de la consommation future de ces combustibles. En tout cas, il paraît certain qu'il ne restera rien de cette provision dans quelques centaines d'années. En la ménageant on pourrait en retarder l'épuisement, mais non pas l'éviter ; car, de nos jours, il ne se forme plus de quantités quelque peu considérables de combustibles fossiles, sauf dans les tourbières ; mais il est à prévoir qu'avec le temps des aménagements nouveaux les auront transformées toutes en terrains d'un plus grand rapport.

Les seules provisions d'énergie sur lesquelles on puisse compter pour un avenir indéfini sont celles qui peuvent se renouveler constamment. Toutes, bien entendu, se constituent par la transformation et l'emmagasinement de l'énergie radiante du soleil. On capte cette énergie en semant et en cultivant

des céréales, des légumes, des arbres, etc. ; on obtien ainsi des provisions d'énergie chimique.

Lorsqu'on actionne des appareils mécaniques au moyen de cours d'eau descendant des montagnes, on utilise encore l'énergie radiante du soleil, puisque c'est elle qui élève dans les airs l'eau de l'océan et permet ainsi aux torrents de se former. Mais on ne met à profit sous cette forme qu'une très minime portion de l'énergie solaire qui tombe sur la surface de l'océan. Le produit de la pêche en représente une autre portion, très faible également. Le reste de l'énergie solaire reçue par les mers demeure encore inutilisé.

Même sur la partie continentale de la surface terrestre, on est bien loin de tirer tout le parti possible de l'énergie radiante du soleil. Il n'y a de cultivé qu'une partie relativement faible du sol. La proportion des terres cultivées augmentera avec le temps, car il est possible de rendre fertile tout terrain qui reçoit une quantité suffisante d'énergie solaire. On améliorera aussi, par une culture méthodique — comme on a déjà commencé à le faire — le rendement des plantes (rendement très faible encore, car, dans les cas les plus favorables, les plantes n'emmagasinent pas le centième de l'énergie solaire qu'elles reçoivent). Enfin, la transformation de l'énergie radiante en énergie utile se fera par d'autres procédés que celui de la culture des plantes.

Il n'y a pas lieu de s'inquiéter de l'épuisement des réserves de charbon de terre. Si nous songeons aux

énormes progrès réalisés par les sciences physiques et naturelles depuis quelques siècles, si nous nous rappelons que la chimie, maintenant la première des sciences au point de vue de la civilisation, était encore dans son enfance il n'y a guère plus de cent ans, nous pourrons nous dire que nos neveux sauront se procurer toute l'énergie dont ils auront besoin.

L'exemple suivant montrera bien comme, à mesure que la science et la technologie progressent, on sait mieux mettre en valeur l'énergie radiante du soleil. Jusque dans ces derniers temps, on avait peu tiré parti de l'énergie de gravité des cours d'eau, qui est, comme je l'ai expliqué plus haut, un produit de transformation de l'énergie solaire. Il y avait à cela deux raisons : l'irrégularité du débit des cours d'eau, et la nécessité de consommer l'énergie mécanique au lieu même où elle était produite. La première de ces difficultés a été résolue par la construction d'énormes réservoirs. Quant à la seconde, elle n'existe plus désormais, grâce aux progrès récents de l'électrotechnique. Maintenant en effet on sait, après avoir transformé, au lieu où elle est produite, l'énergie mécanique en énergie électrique, transporter au loin cette dernière, la répartir entre les différents points où elle doit être utilisée, et l'y retransformer en énergie mécanique, ou bien l'y convertir en d'autres énergies. Ces diverses transformations s'effectuent d'ailleurs sans perte considérable.

Or, quelque développement que puissent prendre, dans l'avenir, de pareilles opérations, elles ne consommeront jamais qu'une très petite partie de l'énergie

libre qui se trouve disponible à la surface de la terre. Aussi peut-on prévoir un temps où la terre sera couverte d'appareils utilisant l'énergie sous la forme où le soleil l'émet. Alors l'air ne sera plus nulle part obscurci par des fumées de charbon, et de vastes régions de la terre jouiront d'un climat notablement meilleur qu'aujourd'hui.

De ce qui précède il résulte que nous disposons, pour vivre, d'une partie seulement des intérêts d'un capital énorme, l'énergie du soleil; et cette partie se trouve fort petite, car elle est proportionnelle au faible diamètre apparent de la terre par rapport au soleil. De plus, nous ne faisons usage actuellement que d'une fraction extrêmement minime des intérêts que nous recevons. Le reste, nous ne le capitalisons pas, nous le perdons sans retour; car la conduction efface rapidement les différences de température déterminées par le rayonnement solaire, et, de la sorte, transforme l'énergie libre en énergie liée, qui se répand dans l'espace.

Nous ignorons comment se conserve le capital représenté par l'énergie solaire. Tout ce que nous savons à son sujet, c'est qu'il est demeuré intact, ou, du moins, qu'il n'a pas subi de diminution notable, depuis une époque bien antérieure à celle de l'apparition de l'homme sur la terre; car, à cette époque préhistorique, la chaleur envoyée par le soleil à notre planète était à peu près la même qu'aujourd'hui. Ne sachant pas comment l'énergie solaire s'est maintenue jusqu'à présent, il nous est impossible de dire comment

elle se maintiendra à l'avenir. Mais, comme elle ne montre aucun signe d'affaiblissement, il est très vraisemblable que les intérêts reçus annuellement par l'humanité sous forme d'énergie radiante demeureront constants jusque dans un avenir très lointain.

Tout ce qui vit sur la terre a un droit sur ces intérêts. Mais, tandis que le hanneton, par exemple, se contente d'en prendre ce qu'il lui en faut pour subsister et pour se reproduire, l'homme s'en approprie, en outre, ce qui lui est nécessaire pour la satisfaction des habitudes, des besoins qu'il s'est créés. Aussi en emploie-t-il beaucoup plus que le hanneton ou que l'un quelconque des animaux ou des végétaux. Mais, s'il en prend plus que sa part, ce n'est pas à leur détriment; car, autant que permettent d'en juger les données de la géologie, la terre ne nourrissait pas autrefois plus d'êtres vivants qu'aujourd'hui.

CHAPITRE IV

LES ÊTRES VIVANTS

On peut considérer comme scientifiquement établi que l'homme est d'origine animale, et que c'est parce que son cerveau s'est développé beaucoup plus que celui des animaux qu'il possède aujourd'hui l'empire du monde.

Grâce à la supériorité de son cerveau, l'homme sait tirer un parti bien plus avantageux que l'animal de l'énergie de son propre corps ; il sait aussi se rendre maître d'énergies étrangères : là est, en dernière analyse, la raison de sa prépondérance.

Mais voyons d'abord, sommairement, quelles sont les conditions générales d'existence des êtres vivants.

On a beaucoup discuté sur la question de savoir ce qui différencie l'animal de la plante. Dans les recherches faites à ce sujet, on s'est toujours heurté à cette difficulté que certaines formes semblent se trouver à la limite commune de ces deux catégories d'êtres vivants.

Laissant de côté les formes limites, je voudrais insister sur une différence fondamentale existant entre les êtres qui sont indubitablement des animaux et ceux qui sont indubitablement des plantes: alors que les

derniers sont capables d'*emmagasiner l'énergie des rayons solaires* après l'avoir convertie en énergie chimique, les premiers en sont incapables. Par conséquent, l'animal a besoin de la plante pour vivre, et l'on peut dire que c'est un *parasite de la plante*, en étendant un peu l'acception ordinaire de ce mot. Il en est de même de l'homme. Cela ne veut pas dire que, dans l'avenir, l'homme ne puisse parvenir, d'une part, à accumuler de l'énergie solaire sans l'aide des plantes, d'autre part à fabriquer de toutes pièces les substances nécessaires à son alimentation. Bien au contraire ; et il est même vraisemblable qu'il y parviendra dans le cours du xx^{e} siècle. Mais, ces progrès accomplis, les plantes n'en continueront pas moins à être les seuls êtres vivants capables d'emmagasiner et de transformer l'énergie solaire au moyen de processus physiologiques s'accomplissant au sein de leur organisme.

Ce qui caractérise la vie au point de vue énergétique, c'est qu'elle est liée à une consommation ininterrompue d'énergie libre. Un arrêt de ce dernier phénomène entraîne immédiatement la mort. Les plantes sont organisées de façon à pouvoir également emmagasiner et consommer de l'énergie libre ; ces deux fonctions y sont d'ailleurs accomplies par des organes différents. Les animaux ne peuvent remplir que la seconde de ces fonctions ; ils absorbent sous forme d'aliments l'énergie libre dont ils ont besoin. En général, pour que les aliments cèdent à l'organisme de l'énergie libre, il faut que les composés carbonés et hydrogénés dont

ils sont formés soient brûlés par de l'oxygène; mais tous les processus chimiques où de l'énergie devient libre sont propres à entretenir la vie. Ainsi, chez les bactéries (qui, d'après notre classification, doivent être rangées parmi les animaux), elle est entretenue par toutes sortes de processus différents de l'oxydation.

La vie repose aussi sur la *reproduction* des êtres. A supposer qu'il y ait jamais eu des êtres vivants incapables de se reproduire, ils ont nécessairement été anéantis tôt ou tard.

La nutrition et la reproduction sont donc les deux fonctions fondamentales des êtres vivants, celles sans lesquelles ils ne sauraient subsister. Les instincts qui poussent les êtres vivants à se nourrir et à se reproduire sont, en dernière analyse, à la base de tous leurs actes.

Pour bien comprendre les causes de la supériorité biologique de l'homme sur les autres animaux, il faut étudier d'un peu plus près les conditions générales de la vie.

Un double problème s'impose aux êtres vivants : s'assurer individuellement l'existence la plus longue possible, et assurer à leur espèce une durée pratiquement illimitée. Pour le résoudre, ils ont « la faim et l'amour ». La grande difficulté est de trouver toujours le moyen de satisfaire la faim. Considérons les bactéries, chez lesquelles les besoins de l'existence se réduisent presque au minimum. Le milieu où elles vivent et se reproduisent est constitué simplement par une solution d'aliments qui leur conviennent ; elles

n'ont donc pas à chercher leur nourriture. Mais ces aliments finissent par s'épuiser. Elles sont alors obligées de se convertir en des formes exigeant une moindre consommation d'énergie. Ces formes sont des spores, ou des systèmes analogues. Grâce à leur très faible consommation d'énergie, elles peuvent vivre longtemps sur les réserves qu'elles ont emmagasinées en elles. On peut rapprocher de ce phénomène l'hibernation, que l'on rencontre chez beaucoup d'animaux d'une organisation supérieure. On peut également y rattacher une pratique que la misère suggère à certains paysans russes : elle consiste à passer l'hiver dans un état d'immobilité presque absolue, sans presque prendre de nourriture. Le repos hibernal se constate chez toutes les plantes des régions tempérées.

Dans tous les phénomènes de ce genre, la consommation d'énergie est très réduite, mais jamais elle n'est nulle. Aussi n'y a-t-il pas de procédé qui permette à un être vivant de subsister pendant une période de disette s'il ne dispose d'une réserve d'énergie. Il lui suffit d'une réserve relativement faible lorsque, comme dans les cas cités plus haut, il passe cette période de disette dans un état de repos complet ou presque. Pour pouvoir garder, pendant cette période, son activité habituelle, il lui faut disposer d'une provision plus grande.

Sans réserves d'énergie, un organisme nouvellement né ne pourrait subsister. En effet, un être vivant ne peut se procurer lui-même sa nourriture que lorsque

son développement est relativement avancé ; l'énergie qu'il consomme jusque-là a sa source dans l'organisme maternel. Tantôt il l'emprunte directement à cet organisme, tantôt il la trouve accumulée dans le germe d'où il est né. Entre ces deux modes d'alimentation il y a, d'ailleurs. tous les intermédiaires imaginables.

Nous verrons plus loin qu'il est très important, au point de vue de la civilisation, d'atténuer les fluctuations qui se produisent dans les conditions de l'existence humaine. On y arrive par la constitution de réserves d'énergie, c'est-à-dire par un des procédés qu'emploie la nature pour assurer la subsistance des êtres vivants. J'ai observé en Californie des pies qui creusaient dans l'écorce d'un arbre géant des trous de la plus grande régularité, et y enfonçaient des glands, sans les y faire disparaître complètement. J'appris que tous les ans, en automne, ces animaux se livrent à cette pratique afin de se constituer ainsi des magasins de vivres. Mais on ne put pas me dire si chaque animal reconnaît et utilise les magasins qu'il a formés lui-même.

Comme les plantes sont les seuls êtres qui emmagasinent l'énergie radiante du soleil, tous les animaux sans exception sont obligés, soit d'emprunter directement aux plantes l'énergie libre dont ils ont besoin, soit de la tirer d'autres animaux, qui ont eux-mêmes dérobé aux plantes celle qu'ils possèdent. La lutte pour la vie est donc une lutte pour l'appropriation de l'énergie libre. Elle représente une *nécessité inéluc-*

table, étant donné l'état de choses qui règne sur la terre.

La lutte pour l'énergie amène l'emploi, d'une part, de moyens de spoliation et de meurtre, d'autre part, de moyens pour échapper à la spoliation et à la mort. Examinons rapidement quelques-uns des moyens que comporte cette lutte.

De tous les êtres vivants, les moins bien armés sont les plantes. S'il en était autrement, les animaux ne pourraient pas subsister. Le fait le plus favorable à la conservation de la plante, c'est que ses organes d'assimilation *absorbent une quantité d'énergie bien supérieure à celle dont elle a besoin*, et forment rapidement, grâce à cette surabondance d'énergie, *de nouveaux organes d'assimilation*, qui à leur tour en forment d'autres. De la sorte, il se constitue des êtres vastes, pouvant supporter sans périr l'amputation d'un nombre considérable de leurs membres. Par une heureuse compensation, cette perte permet à l'énergie solaire de parvenir à la plante plus librement et facilite ainsi le développement de nouveaux organes d'assimilation.

Mais il y a des limites aux pertes que les végétaux peuvent supporter. Si les déprédations des animaux qui se nourrissent de certaines plantes sont hors de proportion avec la puissance de renouvellement de ces plantes, celles-ci périssent. Dans ce cas, d'ailleurs, les animaux périssent également, à moins qu'ils ne trouvent une autre nourriture. Pour pouvoir subsister, il faut donc que l'être spoliateur et l'être spolié se règlent l'un sur l'autre. C'est un cas particulier de la loi

d'après laquelle tout être vivant doit s'adapter à son milieu.

Là où le climat s'opposerait à la réparation rapide de leurs pertes, les plantes sont munies d'organes de protection. Ainsi les plantes du désert, qui, par suite de la rareté de l'eau, ne peuvent assimiler que lentement, sont pourvues de piquants, etc. Certains végétaux sont protégés par les odeurs qu'ils émettent ou les sucs vénéneux qu'ils contiennent.

Qu'il s'agisse de plantes, d'animaux ou de l'homme, *les moyens employés pour échapper à la spoliation ou à la mort tendent à imposer à l'agresseur une dépense d'énergie assez grande* pour qu'il ne puisse accomplir son agression, ou qu'elle lui procure si peu d'avantage qu'il ne la répète que rarement et même ne la renouvelle pas. La défense peut être passive ou active. La fuite d'un animal attaqué est un moyen de défense (de défense passive, comme ceux dont il a été question tout à l'heure), car il tend à imposer à l'agresseur une dépense d'énergie à laquelle il ne peut pas faire face. Notons que, de son côté, l'animal attaqué fait en fuyant une dépense d'énergie, pour obtenir le résultat, purement négatif, de ne pas être tué. Si l'on admet que l'énergie qui ne procure pas directement un résultat positif n'accomplit pas sa destination (et l'on verra plus loin que cette conception s'appuie sur de bonnes raisons), on arrivera à cette conclusion qu'*attaque et défense sont synonymes de gaspillage d'énergie*. Or, il est de l'intérêt de la civilisation que l'on restreigne, que l'on supprime tout gaspillage d'énergie. Si, par

une amélioration considérable du coefficient d'exploitation, les hommes arrivent un jour à disposer d'une quantité d'énergie libre assez grande pour satisfaire largement tous leurs besoins réels, ils pourront et par conséquent devront bannir de la surface du globe toute lutte destructrice.

Je ne connais pas de mesure de protection, de procédé de défense, qui n'ait pour effet d'imposer à l'agresseur une dépense d'énergie. Il en est ainsi, même de la forme la plus passive de résistance, de celle qui consiste à se cacher pour échapper à l'agresseur : celui-ci, en effet, dépense de l'énergie pour chercher l'être qui se cache.

Il ne faut pas confondre la lutte, où l'agresseur en veut à la vie de l'être attaqué, avec un autre genre de lutte, que nous appellerons la *compétition*. Dans celle-ci, il s'agit uniqnement, pour chaque être, de s'assurer certains avantages. La compétition apparaît plus nettement chez les plantes que chez les autres êtres, et y joue un rôle plus considérable que le parasitisme. Qui n'a vu, dans une forêt, comme les organes d'assimilation de chaque plante, c'est-à-dire ses feuilles vertes, prennent la position voulue pour recevoir la plus grande quantité possible d'énergie solaire ? Pour que des plantes puissent vivre les unes près des autres, il faut qu'aucune n'empêche ses voisines d'avoir sa part de soleil. Le pin laisse passer une assez grande quantité de lumière; c'est pourquoi on trouve dans les bois de pin des broussailles en abondance. Le hêtre, au contraire, intercepte si bien les rayons solaires qu'il

règne dans les bois de hêtres une obscurité permanente; aussi n'est-ce que sur leurs lisières que d'autres végétaux peuvent croître.

Il y a compétition chaque fois que des êtres vivants se trouvent réunis en un lieu où l'énergie nécessaire à ces êtres se trouve en faible quantité par rapport à leur nombre. La compétition est d'autant plus vive que cette énergie y est en moins grande abondance, et elle peut revêtir des formes violentes lorsque l'énergie que l'on se dispute éprouve une brusque diminution.

On ne peut rien trouver à redire à la compétition tant qu'elle ne se produit pas avec des formes violentes. Or, ses formes seront d'autant plus douces que la quantité d'énergie sur laquelle elle s'exercera sera plus grande relativement aux besoins des compétiteurs. On voit donc, une fois de plus, combien il importe d'améliorer le coefficient d'exploitation.

CHAPITRE V

L'HOMME

Les organes des plantes et des animaux sont adaptés aux actes particulièrement favorables à la conservation de l'individu et à celle de l'espèce. Si les théories biologiques diffèrent en ce qui touche l'importance relative des facteurs de cette adaptation, elles s'accordent à proclamer qu'elle s'est faite graduellement, au cours des âges. *L'adaptation consiste dans l'augmentation progressive du rendement en énergie utile de l'énergie brute mise en œuvre, ou, en d'autres termes, dans l'amélioration graduelle du coefficient d'exploitation de cette dernière énergie.*

Notons que l'adaptation a un côté fâcheux. En effet, pendant qu'un être vivant, en s'adaptant à des conditions déterminées, élève son coefficient d'exploitation relatif à ces conditions, il abaisse généralement son coefficient relatif à d'autres conditions. Par suite, l'adaptation à certaines conditions ne reste avantageuse que si ces conditions subsistent. Si elles viennent à changer, l'être vivant en éprouve un préjudice d'autant plus grand que son adaptation aux conditions primitives était plus complète. Aussi une certaine imperfec-

tion dans l'adaptation d'une espèce à des conditions déterminées est-elle parfois très favorable à la conservation de cette espèce: ce fait très remarquable est illustré par l'exemple de certaines formes animales très anciennes (les lingules, par exemple), laissées indemnes par des changements géologiques qui ont détruit, ou transformé, toutes les autres espèces. On pourrait citer des cas analogues se rapportant à l'homme.

Les plantes et les animaux ne peuvent pas s'adapter à des conditions de vie spéciales autrement que par des modifications de leurs organes. Aussi ces adaptations ne s'accomplissent-elles toujours qu'avec une extrême lenteur. La lenteur des modifications spontanées est telle qu'il y en a peu dont on sache combien de temps elles ont mis à s'accomplir. Les modifications déterminées artificiellement s'effectuent plus rapidement parce que la sélection artificielle élimine des facteurs qui ralentissent la marche de la sélection naturelle. Mais, nous le répétons, ce n'est jamais que par des modifications de leurs organes que les plantes et les animaux s'adaptent à leur milieu. Cela tient à ce que ces êtres ne peuvent guère modifier leur milieu: comme ils n'empruntent au monde extérieur, en outre de leur nourriture, que l'espace où ils vivent, les seules modifications qu'ils imposent à ce monde extérieur sont, d'une part, celles qui résultent pour lui de ce qu'il leur fournit leurs aliments et reçoit les résidus de ces aliments, d'autre part celles que com-

portent les demeures qu'ils y construisent pour eux et leur postérité.

L'homme, au contraire, peut, dans une très large mesure, agir sur son milieu et le rendre tel qu'il le désire. Si en ce moment, où sévit une violente tempête de neige, je peux mettre tranquillement mes pensées sur le papier au moyen de ma machine à écrire, c'est parce que les appareils, assez compliqués, dont ma maison est pourvue, m'ont créé un milieu sur lequel l'état atmosphérique n'a qu'une faible influence.

On a dit que ce qui distingue l'homme de l'animal, c'est qu'il se sert d'instruments. L'aptitude de l'homme à faire des progrès a paru aussi être une caractéristique de son espèce. Ce qu'on peut dire de plus général sur ce point, c'est que l'homme ne dispose pas seulement des énergies de son corps, mais qu'il s'est rendu maître d'innombrables autres énergies, ce qui lui permet d'étendre son empire d'autant plus loin. Mais la puissance exercée par l'homme sur les énergies extérieures est loin d'être absolue, et ce qui s'est passé récemment à Messine montre une fois de plus comme il est mal prémuni contre les tremblements de terre, ces redoutables manifestations de l'énergie. On peut affirmer toutefois qu'il est possible de rebâtir Messine de telle façon qu'un nouveau tremblement de terre n'y produise pas le dixième des dommages matériels déterminés par le dernier, et n'y cause la mort que d'un nombre relativement faible de personnes. *Pour atteindre ce but, il suffira de mettre à profit les données expérimentales qui permettent d'élever des constructions*

à l'épreuve des tremblements de terre. Si la catastrophe de Messine a été aussi terrible, c'est que chez les habitants de cette ville la disposition à se laisser instruire et diriger par l'expérience est moins développée que chez les habitants de la plupart des autres villes d'Europe.

Ainsi, tandis que l'animal ne possède guère d'autre énergie que celle de son corps, l'homme étend indéfiniment sa conquête des énergies étrangères. *C'est là la différence fondamentale qui sépare l'homme de l'animal* et l'expression même de l'empire qu'il exerce sur la terre.

Outre la faculté de se rendre maître de l'énergie brute, l'homme possède aussi celle de convertir par des procédés raisonnés cette énergie en diverses énergies utiles, et il est le seul à savoir le faire. Les transformations d'énergie brute opérées par un animal se bornent presque exclusivement aux transformations chimiques des aliments qu'il absorbe, et s'effectuent sans qu'il en ait conscience. Comme on le sait, les différents animaux ne tirent pas la même proportion d'énergie utile du même poids d'un aliment déterminé. Ajoutons que, par un phénomène encore inexpliqué, dans les organismes devenus vieux, le coefficient relatif à la transformation en énergie utile de la nourriture absorbée est moins élevé que dans les organismes jeunes, et diminue progressivement. Quant à l'homme, la quantité d'énergie brute qu'il doit à ses aliments ne constitue qu'une très faible partie de la quantité totale d'énergie brute qu'il convertit en énergie utile.

Pour transformer de l'énergie brute en énergie utile, l'homme se sert *d'outils* et de *machines ;* j'appelle outils tous les engins au moyen desquels l'homme transforme sa propre énergie musculaire, et machines ceux qui lui servent à transformer des énergies étrangères. D'après ces définitions, une machine à écrire et une machine à coudre sont des outils puisque ces engins sont actionnés par un travail humain ; par contre, l'engin au moyen duquel mes ânes pompent de l'eau et la font monter dans ma maison est une machine.

Outils et machines n'ont pas d'autre but que la transformation de l'énergie brute en énergie utile. Chacun de ces engins a un coefficient d'exploitation qui lui est propre, et dont l'amélioration importe beaucoup à la civilisation. Or, la plupart du temps, une telle amélioration ne s'obtient qu'au prix d'un travail supplémentaire. Nous voici donc ramenés au problème indiqué à la page 41.

Envisagée à la lumière de la conception énergétique, l'histoire du développement de la civilisation apparaît d'une part comme celle des outils et, d'autre part, comme celle de la prise de possession, par l'homme, d'énergies étrangères brutes, transformées en énergies utiles, au moyen de machines de plus en plus perfectionnées.

C'est au moyen de l'énergie de ses muscles que l'homme actionne ses outils. Les muscles sont des faisceaux de fibres, qui, en se contractant par l'effet d'irritations nerveuses, mettent les membres en mou-

vement. Grâce à différentes dispositions, les résultats des combinaisons de contractions musculaires nous sont connus d'avance si exactement que nous pouvons effectuer des mouvements prémédités et exercer ainsi à volonté notre action sur le monde extérieur.

Puisque le rôle de l'énergie musculaire consiste à faire exécuter aux membres des mouvements, et par suite, des travaux, l'énergie que notre corps cède au monde extérieur est de la nature du travail mécanique, dont la mesure, comme on le sait, est le produit de la force par le déplacement. Les membres et leurs appareils terminaux sont pourvus, chez l'homme et chez l'animal, d'outils naturels. Chez l'animal, ces outils naturels sont plus spécialisés que chez l'homme; cela tient à ce que l'animal, à la différence de l'homme, ne dispose pas d'autres outils.

Ainsi l'animal carnassier possède des griffes, des dents, etc., qui lui permettent de déchirer sa proie. Par cela même que ces organes sont particulièrement propres à remplir certains usages, ils sont peu propres à en remplir d'autres. En voyant, par exemple, les mouvements risibles d'un chat qui mange des pois cuits, on se rend bien compte des conséquences d'une spécialisation poussée très loin. Au contraire, les mains de l'homme se sont modifiées de manière à pouvoir servir de manche pour différents outils. De même qu'au besoin on visse successivement dans le même manche un foret, une scie, un couteau, un tournevis, etc., de même l'homme prend successi-

vement ces différents outils dans sa main, dont il fait ainsi un appareil universel.

Ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte, un outil est un transformateur d'énergie. Lorsque la dent et la griffe de l'animal remplissent leur emploi, un des facteurs du travail des muscles intéressés, le facteur force, est transformé en pression. Celle-ci étant inversement proportionnelle à l'étendue de la surface pressante, il en résulte que son intensité est très grande à la pointe de la dent et à l'extrémité de la griffe ; c'est pourquoi ces outils peuvent transpercer les enveloppes qui protègent le corps des animaux.

Des adaptations aussi spéciales n'étaient pas nécessaires chez l'homme. Veut-il, par exemple, percer quelque chose ? Il se sert d'un objet pointu, qu'il trouve tout fait ou qu'il a façonné, et — avantage très grand — il peut, suivant le cas, le choisir de telle ou telle matière.

Lorsque l'homme commença à façonner des outils, il copia simplement les outils naturels dont disposent les animaux. Son développement intellectuel n'était pas suffisant pour lui permettre de faire autrement. D'ailleurs, c'est l'indice d'une évolution mentale déjà avancée de concevoir la possibilité de faire des outils semblables à ceux des bêtes, mais indépendants et saisissables à volonté.

Les outils primitifs se ramènent à trois types, pouvant se combiner entre eux de plusieurs manières. Le premier de ces types, c'est la *pointe*, qui, permettant la concentration du travail sur une surface très petite,

donne le moyen de vaincre l'énergie de forme.

Le second type est le *tranchant*. Ici, la pression se concentre sur une ligne au lieu de se concentrer sur un point : le tranchant convient pour la division des corps solides.

Le troisième type met un jeu *l'énergie de mouvement*; cette énergie de mouvement permet, en se transformant en travail, d'exercer une pression suivant une surface, une ligne ou un point ; il y a donc là trois cas distincts. Si l'on cherche des exemples parmi les animaux, on verra qu'un coup de patte rentre dans le premier ou dans le troisième de ces cas, suivant que la patte est ou non munie de griffes. Je ne vois rien chez l'animal qui corresponde au second cas.

La fabrication des outils atteignit la seconde période de son développement lorsque l'homme, s'écartant davantage des modèles qu'étaient pour lui les outils naturels des animaux, sut augmenter artificiellement la sphère d'action de son énergie musculaire.

C'est, d'une part, l'énergie de forme, d'autre part, l'énergie de mouvement, qui lui permirent d'obtenir ce résultat. Voyons d'abord les services que lui rendit à cet égard l'énergie de forme. Ce sont les corps solides, nous l'avons dit, qui possèdent de l'énergie de forme : eh bien ! l'homme prolongea ses bras, pour ainsi dire, au moyen de corps solides. Lorsqu'un homme primitif tenait dans sa main un corps ayant la forme d'un bâton, une branche d'arbre par exemple, il pouvait attaquer un ennemi sans que celui-ci fût à portée de son bras. A moins d'avoir

appris également à se servir d'un bâton, son adversaire était presque incapable de se défendre contre lui. Appelant « domaine énergétique » d'un homme la sphère d'action de son énergie musculaire, nous dirons que l'homme qui s'armait d'un bâton agrandissait d'autant plus son domaine énergétique que ce bâton était plus long. Si son adversaire n'avait pas lui-même la ressource d'un bâton, son domaine énergétique ne s'étendait que jusqu'à l'extrémité de ses bras. L'homme non-armé ne pouvait atteindre un adversaire armé qu'en se risquant dans le domaine énergétique de celui-ci, tandis que l'homme armé pouvait frapper son adversaire tout en restant hors de portée de ses bras.

Il est probable que celui des deux qui était sans arme accusait l'autre de lâcheté et qualifiait d'illégitime son procédé de combat. N'est-ce pas ce qui se passe aujourd'hui encore quand, de deux concurrents, l'un prend un avantage sur l'autre en faisant usage d'une découverte inattendue ? En réalité, toute découverte de ce genre doit être considérée comme constituant un gain pour la civilisation, car rien ne s'oppose d'ordinaire à ce que son application se généralise aussitôt.

En combinant les *transformateurs* que nous avons signalés, savoir la pointe et le tranchant, avec le bâton, qui sert à étendre le domaine énergétique de l'homme, on obtient des instruments ayant pour types la *lance*, l'*épée* et la *hache*.

Le type le plus simple résultant de l'application de l'*énergie de mouvement* à l'extension du domaine énergétique est la *pierre qu'on lance*. Lorsque la pierre,

quitte la main, elle emporte avec elle l'énergie de mouvement qui lui a été communiquée, puis la cède, mais sous une autre forme, au corps frappé. L'invention qui consiste à lancer une pierre a beaucoup étendu le domaine énergétique de l'homme, car on ne peut pas donner une longueur de plus de quelques mètres aux instruments considérés tout à l'heure, sans quoi ils ne seraient pas maniables.

En combinant le principe du jet avec ceux de la pointe et du tranchant, on a obtenu respectivement le *javelot* et la *hache lancée*.

Après que, par l'application de l'énergie de mouvement, on eut étendu considérablement le domaine énergétique, on se trouva en présence d'une difficulté, celle d'atteindre sûrement le but, car l'incertitude augmente avec l'éloignement de ce but. Pour un même écart, dans la direction du jet, le champ de l'erreur est d'autant plus étendu que son rayon est plus grand. Il se posait donc un problème nouveau, celui de la *direction*.

Ce problème fut résolu par l'invention de l'*arc* et de la *flèche*. Le principe de la flèche est le même que celui du javelot, mais l'arc repose sur un principe nouveau: l'utilisation de l'élasticité, ou *énergie de forme*, de la matière qui forme cet appareil. Le travail musculaire se convertit d'abord dans l'énergie de forme élastique de l'arc tendu, et celle-ci, de son côté, se transforme en énergie de mouvement par l'action de l'arc sur la flèche.

Il ne passe dans la flèche qu'une partie du travail

fourni par les muscles. Néanmoins, on gagne de l'énergie à employer une flèche au lieu d'une pierre. En effet, lorsqu'un projectile n'atteint pas le but, toute l'énergie dépensée pour l'envoyer se trouve perdue. Dans le cas de l'arc, on paye d'une partie de l'énergie dépensée l'avantage d'atteindre le but plus sûrement qu'avec une pierre.

Comparons la quantité d'énergie parvenue au but avec la quantité totale d'énergie dépensée, dans le cas de la pierre et dans celui de la flèche. Admettons qu'en cherchant à atteindre un certain objet avec une pierre, on y ait réussi une fois sur douze : le rendement de l'énergie dépensée est de $\frac{1}{12}$. Prenons maintenant le cas de l'arc. Supposons que l'énergie de mouvement qui passe dans la flèche représente le quart du travail musculaire dépensé, et que la flèche touche le but une fois sur deux : le rendement sera de $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$; il sera donc supérieur au premier dans la proportion de 3 à 2 (1).

Un autre appareil très employé par les peuples primitifs est la sarbacane. Au moyen de cet instrument, une quantité de travail peu considérable, fournie par les muscles de la poitrine et des joues, est transformée

1. Je ne méconnais pas que cette manière de calculer les rendements dont il s'agit n'est pas à l'abri de toute objection, et qu'il y aurait lieu de définir plus exactement les concepts qui entrent ici en jeu. Mais, comme je me propose seulement de faire comprendre la question dans ses grandes lignes, j'ai pensé pouvoir m'abstenir de développements qui auraient été trop longs.

en énergie de mouvement, et cette énergie de mouvement peut être dirigée exactement vers un but déterminé. On voit apparaître ici un nouveau principe : l'utilisation de l'énergie de volume de l'air comme agent de transmisssion.

Le peu d'énergie de mouvement que transmet une sarbacane limite beaucoup, cela va sans dire, sa valeur comme arme. Aussi n'en trouve-t-on l'usage répandu que là où, par suite de la découverte de poisons, c'est-à-dire *d'énergies chimiques* spécifiques, on put ajouter à une action mécanique très faible une action chimique très forte. L'énergie de mouvement de la flèche empoisonnée lancée par la sarbacane a seulement pour rôle d'entamer la peau, de façon à permettre au poison de se répandre dans le sang. C'est le premier exemple que, dans cette revue des armes primitives, nous ayons rencontré de l'emploi de l'énergie chimique. Si nous observons que, dans a guerre moderne, les moyens d'attaque reposent aussi, et reposent exclusivement, sur l'emploi d'énergie chimique, nous voyons combien peuvent différer entre elles les diverses manifestations de la même espèce d'énergie.

Il nous faut également jeter un coup d'œil sur les moyens que l'on inventa pour se protéger contre ces armes primitives. Ces moyens de protection reposent exclusivement sur l'emploi de matières douées d'une énergie de forme plus grande que celle de la peau humaine. Les modèles de cuirasse ne manquent pas dans la nature, car beaucoup d'animaux et de plantes

sont revêtus d'une enveloppe protectrice résistante : aussi ne fallut-il pas de grands efforts d'intelligence pour imaginer de protéger le corps humain au moyen de cuirasses. L'invention de la cuirasse mobile, ou *bouclier*, marqua un progrès dans ce genre de défense. Lorsqu'on se servait du bouclier pour remplacer la cuirassse fixe, il fallait, à la vérité, beaucoup d'attention et d'adresse pour en faire une arme défensive efficace. Aussi l'emploi simultané de la cuirasse et du bouclier fut-il assez fréquent.

Nous avons maintenant une idée générale des commencements énergétiques de la civilisation. Nous avons vu que l'homme primitif a copié les instruments naturels possédés par les animaux, et que les instruments de l'homme, n'étant pas solidaires de son corps, ont par là différents avantages sur ceux des animaux, entre autres celui de pouvoir être faits de matières très diverses. Le perfectionnement des instruments humains s'est réalisé comme celui des organes des animaux, c'est-à-dire au moyen de la sélection et de l'adaptation, avec survivance du plus apte. Aujourd'hui encore, c'est de cette manière que les instruments et les machines se perfectionnent. Les perfectionnements graduels de la bicyclette, qui ont abouti à la création du type moderne, rappellent bien ce qui se passe dans le domaine biologique. Voici, en effet, les différentes phases de la genèse de la bicyclette actuelle : il apparaît d'abord un « individu » dont la forme est en partie due au hasard ; on crée ensuite des variétés nombreuses, et très différentes les unes des autres, de

cet individu, afin d'examiner quelle est, parmi les diverses formes possibles, la plus convenable; puis toutes ces variétés viennent converger en une forme unique, celle sous laquelle naissent aujourd'hui toutes les bicyclettes.

Lorsque différentes personnes, en divers points de la terre, élaborent un instrument indépendamment les unes des autres, elles arrivent à lui donner à très peu près la même forme. Cela s'explique aisément, puisqu'elles ont toutes le même problème à résoudre, celui d'adapter cet instrument à la conformation du corps. S'ils étaient pénétrés de cette idée, les anthropologues ne s'étonneraient plus de rencontrer des instruments de même forme dans des pays éloignés les uns des autres et entre lesquels il n'y avait pas de communications à l'époque où ces instruments ont été façonnés.

CHAPITRE VI

L'ASSERVISSEMENT DES ÉNERGIES ÉTRANGÈRES

Nous avons vu la supériorité de l'homme sur l'animal s'affirmer par l'emploi de nombreux outils, grâce auxquels il transforme son énergie musculaire si avantageusement que les effets en sont plus considérables que ceux de l'énergie musculaire d'animaux plus forts que lui. L'homme a sur l'animal une supériorité beaucoup plus grande encore ; elle consiste en ce qu'*il sait utiliser de nombreuses et puissantes énergies qui ne proviennent pas de son corps, mais qu'il emprunte au monde extérieur*.

Ce n'est pas que les animaux n'utilisent que l'énergie provenant de leur propre corps: en tant que parasites des plantes, ils mettent le monde extérieur à contribution. Il y a même des animaux qui se servent d'autres êtres vivants comme de machines : témoins les fourmis. Mais ce qui est l'exception chez l'animal est la règle chez l'homme, dont toute l'activité a pour base l'utilisation des énergies étrangères.

Les énergies étrangères dont l'homme fait usage pour ses travaux se divisent en :

I. — *Inorganiques*.

II. — *Organiques* (*végétales et animales*).

III. — *Humaines*.

Il semblerait que l'ordre dans lequel ont été utilisées ces trois sortes d'énergie dût être celui dans lequel nous les rangeons ici, car les lois naturelles relatives à chacune d'elles présentent une complication croissante quand on passe de la première à la seconde et de la seconde à la troisième. Toutefois, l'histoire de l'humanité et l'étude des civilisations arriérées nous montrent que c'est le contraire qui a eu lieu. Il n'y a pas encore cent ans que l'on utilise dans une large mesure les énergies inorganiques. Quant à l'énergie humaine, elle fut mise à contribution dès les premiers temps de l'histoire, et elle l'est aujourd'hui encore chez les peuples arriérés ; la civilisation tend à en restreindre le plus possible l'emploi. *On est ainsi conduit à cette constatation que la mise à contribution de l'énergie d'autres hommes fut le premier pas fait dans la voie de l'appropriation des énergies étrangères*.

Autant que je sache, les anthropologues s'accordent à voir dans l'esclavage une des plus antiques institutions humaines. Conséquence des combats nécessairement très fréquents qui avaient lieu dans les premiers temps de l'humanité, il doit être considéré comme un progrès sur la mise à mort du vaincu. Il semble naturel que les hommes primitifs aient imaginé de contraindre des êtres ayant la même conformation et les mêmes aptitudes qu'eux à les aider dans leurs travaux, plutôt que de chercher à asservir

des systèmes d'une nature différente de la leur, des animaux et des énergies inorganiques comme le vent ou l'eau. A cette phase de la civilisation, la psychologie était plus développée que la physique et la physiologie animale; elle l'était assez pour que celui qui avait fait des prisonniers sût comment s'y prendre pour les contraindre à exécuter des travaux déterminés.

Ici s'impose une remarque capitale qui s'applique à toutes les énergies étrangères: c'est qu'en général on ne peut pas se rendre maître d'une énergie étrangère, ni l'utiliser, sans dépenser de la sienne. Ainsi, pour faire un prisonnier, il fallait combattre, c'est-à-dire dépenser de l'énergie; pour pouvoir l'utiliser comme esclave, il fallait avant tout l'empêcher de s'enfuir, ce qui n'allait pas non plus sans dépense d'énergie. La quantité d'énergie qu'il faut dépenser pour acquérir et utiliser une énergie étrangère peut être assez grande pour que l'acquisition de celle-ci ne représente pas un gain. Comme on le voit par l'exemple de l'esclave, là où existent des rapports *hostiles*, il y a par cela même *perte d'une quantité considérable d'énergie. Ce qui fait la valeur de la paix, c'est qu'elle améliore le coefficient d'exploitation relatif à l'utilisation des énergies.*

Dans les pays civilisés, l'esclavage n'existe plus sous la forme brutale qu'il affectait primitivement; on n'y voit plus d'hommes qui soient la chose d'un maître: mais on y voit encore des hommes qui, pour pouvoir vivre, se vendent plus ou moins complètement. A première vue, il semble qu'il y ait entre eux et

l'esclave d'autrefois cette différence essentielle que c'est volontairement qu'ils se mettent dans leur position de dépendance. Mais, remarquons que c'est « volontairement » aussi qu'un combattant devenait esclave, car il ne le serait pas devenu si, au lieu de se laisser faire prisonnier, il avait combattu jusqu'à la mort, s'il n'avait pas préféré la perte de sa liberté à celle de sa vie.

Nous ne pouvons pas approfondir la question du prolétariat avant d'avoir examiné le concept du travail salarié, ce que nous ferons plus loin. Pour le moment, nous nous contenterons de dire qu'il semble bien que *les formes primordiales de tous les groupements humains se rattachaient à la relation sociale du maître à l'esclave*. Quoi qu'il en soit, il paraît établi que la relation sociale de la femme à l'homme ne différait pas beaucoup, dans les civilisations primitives, de celle de l'esclave au maître, et que la famille, dans l'acception moderne de ce mot, est un produit assez tardif de la civilisation.

Nous avons dit pourquoi il est permis d'admettre que la première des énergies étrangères utilisées par les hommes fut l'énergie humaine. On est également fondé à penser que la seconde fut l'énergie animale. Il est vraisemblable que l'homme ne se servit d'abord des animaux que pour se nourrir de leur chair ou de leur lait, et que ce fut plus tard seulement qu'il leur fit produire du travail mécanique.

Pour faire travailler les animaux, il fallut à l'homme des connaissances objectives plus développées que

pour faire travailler d'autres hommes, car il est plus difficile de découvrir les propriétés et les besoins d'un animal que ceux de l'homme. D'autre part, on ne peut pas faire exécuter à un animal des travaux aussi variés qu'à l'homme : il est des travaux qui exigent l'intelligence et l'adresse humaines. Mais les animaux (du moins ceux qu'il y a lieu de considérer ici) fournissent *beaucoup plus d'énergie brute* que l'homme. Pour la transformer, il fallut inventer toute sorte de machines, telles que la voiture, la charrue, etc.

Ajoutons que, pour obtenir du travail des animaux, il faut les *domestiquer*, c'est-à-dire leur faire prendre certaines habitudes grâce auxquelles on peut les amener à exécuter les mouvements voulus. Ici apparaît encore cette nécessité d'ordre général de soumettre l'énergie brute à une élaboration spécifique pour qu'elle puisse remplir le rôle qu'on lui assigne. Une telle élaboration comporte elle-même une dépense d'énergie ; on ne peut acquérir une énergie qu'en en dépensant une autre; la différence entre la quantité acquise et la quantité dépensée représente le profit de l'entreprise.

Des considérations semblables s'appliquent à l'utilisation de l'énergie contenue dans les plantes. La découverte que l'on peut retrouver les mêmes fruits au bout d'un an, à la même place et sur les mêmes plantes, suppose déjà une mémoire assez développée, ainsi que la faculté d'observer. Encore plus difficile à acquérir est la notion que l'on peut *cultiver* les plantes, car il faut pour cela que l'esprit embrasse un ensemble de faits de différents genres.

Si l'utilisation de l'énergie humaine ne suppose pas les ressources d'une organisation sociale, il en est autrement de l'énergie animale et surtout de l'énergie végétale. Considérons le cas des plantes. Les connaissances relatives à leurs propriétés et à la manière de les cultiver ne purent être établies que par le concours de nombreux individus et de nombreuses générations. Nous devons nous représenter la science, dans ces commencements, comme progressant avec une lenteur pareille à celle avec laquelle aujourd'hui les êtres vivants s'adaptent à de nouvelles conditions d'existence.

Nous voyons ainsi s'établir entre l'homme et les objets du monde extérieur qu'il utilise pour ses besoins des rapports plus durables que ceux qui existent entre l'animal et les choses qui l'entourent. L'animal ne regarde comme sa propriété que la proie qu'il va dévorer et l'abri qu'il a construit pour lui et ses petits. (Notons que la faim et l'amour, dont nous avons reconnu la nécessité pour la conservation de l'espèce, apparaissent ici comme conduisant à la propriété.) A la différence de l'animal, l'homme possède en outre des outils, des animaux, des plantes.

C'est par la transformation de l'énergie chimique des plantes en énergie calorifique que l'humanité semble être entrée dans la voie de l'appropriation des énergies inorganiques. Le progrès que représente la conquête du feu est important à plusieurs points de vue. Lorsque l'homme ne fut plus obligé (comme l'est encore l'animal) de se contenter, pendant les

froids de l'hiver, de la quantité de chaleur produite dans son organisme par l'oxydation des aliments qu'il ingérait ; qu'il sut produire de l'énergie calorifique extérieure à son corps, et compenser ainsi les pertes de chaleur qu'il subissait, d'immenses régions, au nord et au sud de notre globe, devinrent habitables pour lui d'une façon permanente. Si nous songeons aux efforts que doivent faire, aux dangers que doivent affronter les oiseaux migrateurs, par exemple, pour fuir une température à laquelle ils ne sauraient résister, nous aurons quelque idée des dépenses d'énergie que la découverte du feu épargne à l'organisme humain.

L'exemple du feu nous montre, une fois de plus, qu'il est de l'essence de la civilisation de *faire disparaître les inégalités naturelles*, c'est-à-dire celles que l'homme n'a pas contribué à former ; dans cet exemple, en effet, nous la voyons tendre à supprimer les différences de température et de lumière résultant de la succession des saisons et de l'alternance du jour et de la nuit. Pour voir quels changements peut apporter à l'existence l'emploi de la chaleur et de la lumière artificielles, on n'a qu'à comparer le montagnard et l'habitant des grandes villes sous le rapport de la vie qu'ils mènent en hiver : tandis que l'un dort beaucoup plus que dans la belle saison, l'autre est plus actif que jamais. Si l'activité que le citadin déploie en hiver le fatigue particulièrement, cela tient surtout à ce que, pendant des siècles sans nombre, nos ancêtres ont

réduit au minimum, dans cette saison, leur dépense d'énergie.

Il nous faut insister sur une pratique qui résulta de la découverte du feu, celle de cuire les aliments ; car elle a le double avantage de décharger partiellement l'organisme du travail de la digestion et d'empêcher la corruption immédiate des matières alimentaires. Quant au fumage, il permet de conserver les viandes pendant des années entières, grâce aux phénols et aux composés analogues contenus dans la fumée, qui forment les seules substances antiseptiques dont les hommes pussent disposer au début de la civilisation.

Nous n'énumérerons par tous les progrès liés à la conquête du feu, tels que la fabrication de la poterie, l'extraction des métaux ; mais nous rappellerons que c'est seulement à la condition de se maintenir à une température minima voisine de 500 degrés que les matières végétales sèches continuent de brûler, c'est-à-dire de se combiner rapidement avec l'oxygène de l'air. A la température ordinaire elles peuvent encore se combiner avec lui, mais si lentement que la chaleur résultant de cette combinaison se dissipe avant d'avoir produit une élévation de température appréciable. Entretenir le feu, c'est faire en sorte que la vitesse de combinaison soit constamment assez grande pour que la température de combustion vive se maintienne. Pour qu'il en puisse être ainsi, il faut que soient remplies certaines conditions, non seulement chimiques, mais encore mécaniques (disposition convenable du combustible, arrivée de l'air en quantité

suffisante, etc.). Faire du feu fut longtemps une chose très difficile; de là l'importance extrême attachée à son entretien (témoin l'institution des Vestales).

Le feu, dont la conquête fut si importante pour l'humanité primitive et semble former le premier pas qu'elle fit dans la voie de l'appropriation des énergies inorganiques, joue encore un rôle prépondérant dans la civilisation moderne: c'est sur son emploi que repose notre industrie si développée; la *chaleur d'origine chimique* est jusqu'à présent notre principale source d'énergie inorganique. De quelles autres sources d'énergie inorganique disposons-nous ? L'air ayant une très petite masse (1 litre d'air ne pèse guère plus d'un gramme), la concentration de l'énergie de mouvement qu'il contient ne peut produire que peu de travail. Il n'y a donc pas de grands résultats à attendre de l'utilisation du vent. Et même on peut affirmer que le moulin à vent et le bateau à voile, qui ne pourront jamais emprunter au vent des proportions beaucoup plus grandes de son énergie de mouvement qu'ils ne le font aujourd'hui, sont des appareils destinés à disparaître. Par contre, les eaux météoriques recèlent de très grandes quantités d'énergie. On capte aujourd'hui cette énergie dans des proportions beaucoup plus considérables qu'aux siècles passés. Autrefois on n'avait, pour la recueillir, que les moulins établis sur les ruisseaux. De nos jours, des appareils puissants utilisent l'énergie que contiennent de grandes masses d'eau déversées par les cascades ou par des réservoirs artificiels. Que ces masses d'eau

proviennent de cascades ou de réservoirs, l'énergie qu'elles possèdent est toujours un produit de transformation de l'énergie radiante du soleil. Il importe de remarquer que cette énergie est d'*origine purement inorganique*, et qu'il n'en est pas de même de l'énergie calorifique fournie par la houille, puisque ce combustible résulte de la décomposition de végétaux. Or, tandis que la houille est destinée à disparaître, ainsi que nous l'avons dit plus haut, des réserves de cette énergie purement inorganique continueront à se former, tant que les conditions générales qui règnent à la surface de la terre resteront à peu près ce qu'elles sont maintenant.

J'ai dit que c'est la connaissance des propriétés de l'énergie électrique qui permet d'utiliser sur une grande échelle l'énergie inorganique dont il vient d'être question. Remarquons que l'énergie électrique, elle aussi, est purement inorganique. Non pas qu'elle ne joue aucun rôle dans les êtres vivants : tout au contraire, il est vraisemblable qu'ils sont constamment le siège de processus électriques. Mais ces processus sont sans importance au point de vue quantitatif ; et, comme on a été obligé d'abandonner l'idée que la conduction nerveuse est un phénomène électrique, il semble qu'on ne doive pas non plus attribuer à ces processus électriques une grande importance au point de vue qualitatif. Ce qui distingue particulièrement l'état actuel de la civilisation, c'est qu'aujourd'hui on produit et on transforme des quantités d'énergie électrique incomparablement plus grandes qu'autrefois. On en pro-

duira et on en transformera de plus en plus ; et, quand je cherche à me figurer par quels procédés on utilisera directement, dans l'avenir, les rayons solaires, l'idée d'un *appareil photoélectrique* se présente à mon esprit.

CHAPITRE VII

LA LUTTE CONTRE L'ESPACE ET LE TEMPS

Des conceptions *a priori* et des catégories kantiennes, Schopenhauer n'a conservé, comme on le sait, que le temps, l'espace et la causalité. En scrutant la pensée de ce grand philosophe, on s'aperçoit qu'elle se trouve beaucoup mieux rendue quand, au concept de causalité, on substitue celui d'énergie. Aucune chose objective n'existe pour nous en dehors des trois concepts de temps, d'espace et d'énergie.

Si toute l'énergie libre ne s'est pas transformée depuis longtemps déjà (auquel cas il ne se produirait plus rien), c'est que l'existence de différences d'intensité ne suffit pas par elle-même à déterminer cette transformation. Il faut aussi qu'il y ait contact entre les domaines qui présentent entre eux une différence d'intensité, c'est-à-dire qu'il faut que des conditions *spatiales* déterminées soient remplies. La transformation exige de plus un certain temps, car elle s'effectue avec une vitesse finie. D'ailleurs, elle ne saurait jamais être complète. Une transformation rigoureusement complète demanderait un temps infini. C'est par suite de l'imperfection de nos moyens d'ob-

servation que nous croyons constater des états de repos : en réalité, tout change ; rien n'est à l'état de repos absolu.

La vitesse de transformation des énergies varie beaucoup avec les circonstances. Si du charbon se trouve dans une enceinte dépourvue d'oxygène, tout l'oxygène répandu en dehors de cette enceinte n'en saurait déterminer la combustion ; de même, si une famine survient en Russie, elle ne cessera pas parce qu'il y aura surabondance de céréales dans l'Amérique du Sud. Ces exemples font comprendre que le transport de certaines énergies est souvent nécessaire.

Ce transport exige toujours lui-même une dépense d'énergie : aussi abaisse-t-il le coefficient d'exploitation relatif à la transformation projetée. Par suite, une énergie libre a d'autant moins de valeur qu'elle est plus éloignée du lieu où elle doit être transformée.

L'importance de la perte qu'une énergie subit du fait de son transport dépend de la nature de cette énergie. L'énergie radiante du soleil se transporte du soleil à la terre en moins de neuf minutes, sans éprouver, au cours de ce transfert, de perte mesurable : c'est la plus parfaite de toutes les formes connues de transport d'énergie. On peut en rapprocher le transport de l'énergie électromagnétique par les ondes dont fait usage la télégraphie sans fil. Remarquons toutefois que ces ondes transportent l'énergie électromagnétique dans toutes les directions à la fois

(les choses se passent à cet égard comme pour l'énergie radiante émise par le soleil). Il en résulte que le poste récepteur ne recueille qu'une faible partie de l'énergie transportée.

Le *courant électrique* se transporte également d'une excellente façon. Pour lui, l'espace proprement dit n'est pas, comme pour les vibrations électromagnétiques, un conducteur, mais, au contraire, un isolant ; il en est de même de l'air. Au moyen d'un fil métallique, on perce, pour ainsi dire, un trou dans la masse aérienne, où le courant ne pourrait pénétrer autrement : seulement il faut laisser le fil dans le trou. Le câble métallique permet de transporter le courant aussi loin qu'on le veut, mais non sans pertes ; car, par suite de la *résistance* qu'il oppose au passage de ce courant, une partie de l'énergie électrique se transforme en chaleur. Il n'y a pas de fil qui n'oppose de résistance au passage du courant, et, par conséquent, il n'y a pas de transport d'électricité qui s'effectue sans pertes. La résistance est d'autant moindre que le fil est plus gros ; mais comme le prix du fil augmente avec son diamètre, il faut se livrer à des calculs, quand on fait une installation électrique, pour savoir quel diamètre il convient d'adopter. D'autre part, la perte d'énergie n'est pas proportionnelle à la quantité d'énergie conduite, mais à la quantité d'électricité transportée.

Comme celle-ci représente une quantité d'énergie d'autant plus grande que la tension est plus élevée, la conduction du courant s'effectue d'une manière d'au-

tant plus avantageuse que sa tension est plus élevée. Toutefois l'isolement est d'autant moins parfait que la tension est plus grande; et, pour des valeurs très élevées de celle-ci, l'isolant est percé et il se produit une décharge, c'est-à-dire une transformation brusque de l'énergie électrique en chaleur.

A cause du bon marché de son transport, l'énergie électrique l'emporte sur toutes les autres au point de vue industriel, et notre industrie tout entière est en train de la mettre à son service. Si elle n'a pas commencé plus tôt à prendre la place prépondérante à laquelle lui donnent droit ses avantages, c'est qu'avant la découverte par Faraday des lois de l'induction, et l'établissement, par Siemens et Wilde, du principe de la machine dynamo-électrique, on n'aurait pas pu la produire en grande quantité. C'est là un exemple bien net de l'influence de la science sur le développement de l'industrie.

L'énergie mécanique fournie par les machines à vapeur est loin de présenter les mêmes possibilités de transport que l'énergie électrique. On utilise pour la transporter l'énergie de forme de corps solides. Plus on la transporte loin, plus lourds et plus volumineux doivent être les appareils servant à son transport.

Il est une forme d'énergie mécanique que l'on peut envoyer à de grandes distances; mais il semble que les seuls usages auxquels elle se prête soient des usages de destruction : je veux parler de l'énergie de mouvement contenue dans les projectiles des armes à feu.

Le transport d'énergie mécanique par *l'air comprimé*

offre des avantages sur les anciens modes de transport de cette énergie ; mais il est loin d'être aussi parfait que celui de l'énergie électrique. Quand on comprime l'air, il emmagasine une quantité assez considérable d'énergie de volume, et lorsque ensuite on le laisse se détendre, il cède cette énergie. On peut donc transporter de l'énergie de volume au moyen de conduites, et la transformer, en un point quelconque de la canalisation, en travail mécanique. Mais cette canalisation est beaucoup plus coûteuse que la canalisation électrique. De plus, l'air s'échauffe pendant qu'on le comprime et se refroidit pendant qu'il se détend, puisque alors il produit du travail. Il en résulte, d'une part, qu'une fraction du travail employé à sa compression se perd, car la quantité de chaleur à laquelle cette compression donne naissance se dissipe par conduction ; d'autre part l'air ne travaille pas assez pendant sa détente, car le refroidissement qu'il éprouve alors lui fait perdre de sa pression, et il ne peut pas être réchauffé suffisamment vite par ce qui l'entoure. C'est pour ces différentes raisons que la vaste tentative faite à Paris d'appliquer l'air comprimé à des usages industriels n'a pas donné de bons résultats au point de vue économique.

Quant à la chaleur, c'est, de toutes les espèces non-matérielles d'énergie, celle qui se prête le moins bien au transport : on ne la déplace qu'avec les substances auxquelles elle est fixée. De plus, comme sa transformation en d'autres espèces d'énergie comporte de grandes pertes, il n'y a lieu de la transporter qu'à des

endroits où l'on compte l'utiliser sous forme de chaleur.

L'énergie chimique, qui est l'énergie matérielle typique, fait partie intégrante des substances pondérables, et, par suite, ne peut être transportée qu'avec elles. Son transport exige donc un travail mécanique.

En général, il n'y a manifestation d'énergie chimique et transformation de cette espèce d'énergie en d'autres espèces que lorsque deux (ou plusieurs) substances réagissent entre elles. Dans le cas des combustibles, de la houille, entre autres, l'une des deux substances réagissantes est l'oxygène. Comme ce corps est répandu partout, on n'a pas à le transporter au lieu où doit s'opérer la réaction : d'où une grande économie. Aussi l'emploi industriel de l'énergie chimique contenue dans la houille est-il avantageux. Jusqu'à présent, il l'est beaucoup plus que celui du courant électrique toutes les fois qu'il s'agit de transporter de grandes quantités d'énergie à de grandes distances.

Comme tous les autres organismes, l'organisme humain est un système *stationnaire*. On désigne ainsi un système de grandeur et de forme constantes (ou sujettes seulement à de lents changements), qui est composé, non pas d'éléments en repos, mais d'éléments se détruisant et se renouvelant sans cesse. Ce phénomène s'appelle la *nutrition*. Sa nécessité provient de ce que tout être vivant consomme constamment de l'énergie libre, et de ce qu'il faut que l'énergie consommée lui soit restituée au fur à mesure de cette consommation pour qu'il puisse continuer à vivre,

c'est-à-dire à réaliser certaines transformations d'énergie. Comme elle lui est restituée sous forme d'énergie chimique, il est nécessaire que les substances qui portent en elles cette énergie soient reçues par l'organisme, puis, après lui avoir cédé leur énergie, en soient éliminées.

Nous venons de dire que, pour pouvoir subsister, un organisme doit recevoir constamment de l'énergie libre. Ajoutons que, s'il lui en faut, dans un *temps* donné, un minimum déterminé, il est incapable d'en recevoir pendant ce même temps plus qu'une certaine quantité : la différence entre ce maximum et ce minimum représente sa capacité de production.

De la nécessité, pour les organismes, de disposer constamment d'énergie libre, résulte, outre le problème du transport, celui de la *conservation*. La conservation de l'énergie, de même que son transport, exige elle-même une dépense d'énergie. Cela tient à ce que toute énergie libre diminue avec le temps. Examinons rapidement, sous le rapport de leur conservation, les diverses sortes d'énergie.

Nous ne disposons d'aucun moyen de conserver l'énergie *rayonnante*. Sans doute, nous pouvons imaginer que l'on ait enfermé une certaine quantité d'énergie rayonnante dans une enceinte formée de miroirs parfaitement réfléchissants. Mais nous ne pouvons pas réaliser de pareils miroirs, et d'ailleurs, comme toute enceinte aurait nécessairement des dimensions restreintes, si nous y introduisions de l'énergie radiante, il s'y produirait en un temps extrêmement court, en

vertu de l'énorme vitesse de la lumière, des réflexions si nombreuses que cette énergie radiante s'y trouverait presque immédiatement transformée en chaleur, chaque réflexion entraînant la transformation en chaleur d'une partie de l'énergie incidente. Au surplus, si l'on pouvait conserver de l'énergie radiante dans les enceintes à parois réfléchissantes, les quantités que l'on en conserverait seraient infimes, car, toujours en vertu de l'énorme vitesse de la lumière, la densité de l'énergie radiante la plus dense que nous connaissions, celle du soleil, est extrêmement faible, ainsi qu'il résulte des essais que l'on a faits pour mesurer la *pression* des rayons lumineux, pression qui dépend immédiatement de la densité de l'énergie radiante.

L'énergie électrique ayant, elle aussi, une très faible densité, il faudrait, pour en conserver des quantités notables, des établissements gigantesques; aussi ne la produit-on qu'au moment où elle doit être utilisée.

La conductibilité calorifique variant relativement peu d'un corps à l'autre, l'isolement d'une quantité de *chaleur* dont la température diffère de celle du milieu ambiant n'est possible que pour un temps assez court. Sous le rapport de la conservation, l'énergie calorifique se rapproche de l'énergie électrique.

Parmi les énergies *mécaniques*, certaines nous semblent devoir durer éternellement, car nous ne connaissons aucune cause qui pourrait en diminuer la quantité Telle est l'énergie de pesanteur que possèdent les corps célestes. Quant à celle qui est contenue dans les corps solides terrestres, pour qu'elle demeurât

constante, il faudrait que ces corps ne subissent aucune usure. Or, comme ils s'usent inévitablement, leur énergie de pesanteur diminue.

C'est également l'imperfection des corps solides terrestres qui restreint la durée des autres énergies mécaniques. Un bon ressort de montre conservera peut-être pendant quelques années son énergie élastique, ou énergie de forme, mais, avec le temps, il se détendra, c'est-à-dire que cette énergie se convertira en chaleur, qui se dissipera.

La pression d'un gaz comprimé ne diminuerait pas avec le temps si on pouvait le maintenir enfermé, sans qu'il s'en échappât la moindre partie, dans un récipient de capacité constante. Mais ces conditions sont impossibles à remplir : d'une part, le récipient se dilatera, parce que la pression intérieure exercée sur lui est plus forte que la pression extérieure qu'il subit; d'autre part, le gaz se diffusera à travers les parois, de quelque matière qu'elles soient formées.

De toutes les espèces d'énergie dont l'homme dispose, l'énergie chimique est la plus avantageuse sous le rapport de la densité et de la conservation. Aussi toutes les provisions d'énergie qu'il fait sont-elles des provisions d'énergie chimique.

CHAPITRE VIII

L'ASSOCIATION

L'association est un facteur très important de la civilisation, mais il n'en est pas un facteur indispensable. Je ne veux pas dire par là que le degré de civilisation où nous sommes aurait pu être atteint lors même que les hommes n'auraient pas formé de sociétés : une pareille affirmation serait contredite par les faits. Ce que je veux dire, c'est que les hommes peuvent arriver à un certain degré de civilisation en dehors de toute société véritable. Il n'est pas impossible que, dans les premiers âges, les mêmes outils aient été inventés par différents hommes à l'insu les uns des autres : ces hommes ont ainsi atteint un certain degré de civilisation sans être associés, c'est-à-dire sans *travailler en commun au même but*.

Si j'insiste sur ce point, c'est qu'on exagère, à mon avis, l'importance de l'association comme facteur de la civilisation. C'est ainsi que l'on considère la sociologie comme constituant à elle seule toute la science de la civilisation. Or elle n'en forme qu'une partie. D'ailleurs, l'association n'apparaît pas seulement chez les hommes ; elle se rencontre aussi chez

les animaux et chez les plantes, où elle joue un rôle biologique important.

Je ne me propose pas de traiter ici dans toute son ampleur la question de l'association dans ses rapports avec le développement de la civilisation. Je veux seulement examiner le côté spécifiquement énergétique de l'association, et rechercher dans quelle mesure elle a amélioré, et pourra améliorer encore, les coefficients d'exploitation.

C'est parce qu'elle est un principe d'*ordre* que l'association améliore ces coefficients. Nous avons vu qu'ils sont diminués par l'état de lutte, celle-ci déterminant des pertes d'énergie libre. Il en est évidemment de la lutte inconsciente comme de la lutte consciente, et les pertes d'énergie seront d'autant moins grandes que les complexes énergétiques seront ordonnés de façon à fonctionner plus harmonieusement. *Nous n'attacherons de prix à l'association que dans la mesure où, par la coordination de l'activité humaine, elle améliorera tel ou tel coefficient d'exploitation.*

La physiologie nous montre des prototypes d'association chez les animaux et chez les plantes. Si, en effet, les organismes unicellulaires sont constitués de telle façon que, chez eux, le même système fonctionne tour à tour comme organe de digestion, de locomotion, de reproduction, etc..., à un degré plus élevé de l'échelle des êtres, chacune de ces fonctions est remplie par un groupe distinct de cellules. Grâce à cette spécialisation, chaque fonction s'exerce avec une moindre dépense d'énergie; mais, en se spécialisant

dans l'accomplissement d'une fonction déterminée, un groupe de cellules perd la faculté d'en accomplir d'autres, et devient incapable de subsister autrement que comme membre de l'organisme considéré.

La division des fonctions, ou *division du travail*, n'est donc pas caractéristique de la civilisation ; elle est d'origine physiologique. En vertu d'une loi générale, ce qui n'était d'abord qu'un phénomène purement physiologique sert de modèle à une institution humaine et, par suite, rentre maintenant dans la science de la civilisation. En effet, les concepts des sciences générales trouvent toujours leur application dans les sciences plus particulières, plus élevées. Or la science de la civilisation étant, de toutes, la plus particulière, la plus élevée, tous les concepts appartenant aux autres sciences doivent y trouver leur application.

On a souvent poussé trop loin l'assimilation des sociétés humaines aux organismes vivants. Voyons dans quelle mesure cette assimilation est justifiée.

Le phénomène de la division du travail, ou *division des fonctions*, présente, chez les êtres vivants, les degrés les plus divers. On considère un organisme comme d'autant plus élevé que ses organes sont plus nombreux, et, en général, cette manière de voir est exacte. Bien entendu, ce n'est pas la complication même d'un organisme qui fait sa supériorité, mais le fait que, grâce à la diversité de ses moyens, il utilise mieux l'énergie dont il dispose : la multiplicité des

organes des êtres vivants est avantageuse au même titre que celle des outils inventés par l'homme.

La division des fonctions, dans la vie organique, a pour corollaire leur *coordination*. Les moyens par lesquels cette coordination est assurée diffèrent suivant l'organisme considéré.

Comme dans les organismes vivants, on trouve dans les sociétés humaines la division des fonctions et leur coordination. Mais là se borne la ressemblance entre la vie organique et la vie des sociétés. On ne doit pas diviser, comme on le fait souvent, l'existence d'un peuple dans les trois périodes que présente invariablement celle d'un être vivant: jeunesse, maturité et vieillesse. Cette conception, en effet, est contredite par la réalité. Ainsi les Allemands ont eu une première jeunesse au moyen âge et sont entrés dans une seconde jeunesse il y a deux siècles. Il n'est pas plus exact de comparer la genèse des colonies au phénomène biologique de la scissiparité, car elle présente avec lui cette différence capitale de ne pas constituer un processus *nécessaire*, de n'avoir lieu que quand les circonstances le veulent.

Dans l'humanité, l'association peut ne déterminer qu'une simple *sommation* des énergies en jeu. En outre de cet avantage, elle peut amener aussi un *perfectionnement fonctionnel ;* ce dernier phénomène est caractéristique des sociétés véritables.

Les dessins égyptiens où se voient un grand nombre d'esclaves travaillant en commun nous fournissent un exemple de sommation des énergies. Ces esclaves ne

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE R.F. IMPRIMÉS

formaient pas des sociétés véritables, mais des groupements sans cohérence, dus à la contrainte.

C'est aux anthropologistes et aux personnes qui font leur étude de l'histoire de la civilisation, d'établir si les premières sociétés humaines naquirent d'accords analogues au contrat social imaginé par Jean-Jacques Rousseau, ou si elles étaient fondées sur l'esclavage. Les éléments me manquent pour décider cette question, mais c'est la seconde de ces hypothèses qui me semble la plus probable, parce que je crois qu'on ne saurait s'exagérer l'égoïsme, la méchanceté, la bêtise, la brutalité de l'homme primitif.

La répétition d'un travail fait en commun amène toujours une adaptation réciproque des membres du groupement. C'est ce qui s'observe, par exemple, chez des chevaux souvent attelés ensemble : au bout de quelque temps ils fournissent une plus grande moyenne de travail.

Bien entendu, ce phénomène est beaucoup plus marqué encore chez les hommes. Pour qu'il se produise, il faut, d'une part, que le travail à exécuter par les membres associés soit déterminé d'avance, et, d'autre part, qu'il soit poursuivi avec régularité. Ces deux conditions sont remplies plus rapidement et plus sûrement quand il y a un chef pour diriger le travail que dans le cas contraire. Aussi voit-on souvent les associés se subordonner volontairement à un chef élu par eux.

L'adaptation réciproque est d'autant plus parfaite que le travail en commun a été exécuté plus souvent :

cela s'explique par les souvenirs qui s'emmagasinent dans chaque membre du groupement. Lorsque la durée d'un groupement est longue par rapport à celle de la vie humaine, il accumule en lui une expérience plus étendue et plus variée que celle à laquelle peut prétendre un individu.

L'animal, lui aussi, acquiert de l'expérience, et même il hérite, sous forme d'*instincts*, d'une partie de l'expérience de ses ancêtres. Mais ces instincts, si importants pour lui dans la lutte pour la vie, se sont formés très lentement. Quant à l'homme, de même qu'il a imaginé de fabriquer des outils indépendants de son corps, il a fait en sorte que les expériences de chaque individu devinssent indépendantes de cet individu: il les a *objectivées*. L'homme a atteint ce but par la *création de concepts généraux* qu'il a trouvé moyen de rendre *communicables*. Grâce à ces concepts communicables, les expériences d'un membre quelconque de la société humaine peuvent devenir le bien de tous les autres, et la conservation indéfinie des expériences est assurée.

Nous allons étudier maintenant de quelle manière la société humaine a réalisé la division et la coordination des fonctions.

CHAPITRE IX

LE LANGAGE

Le langage, sous ses formes multiples, est l'instrument le plus général qui permette d'établir et de maintenir *des relations entre les membres de la société,* et, par là, de tirer de la division des fonctions les avantages qu'elle comporte. Sans un pareil instrument, il ne saurait y avoir de société véritable. Un groupe de jeunes poissons a presque l'air d'une société, car tous les membres de ce groupe exécutent, lorsque quelque bruit, par exemple, vient à les effrayer, des mouvements concordants d'une précision quasi-militaire. Mais cela tient uniquement à ce que chacun d'entre eux réagit à ce bruit d'une façon identique. Le groupe n'accomplit rien que n'accomplisse chacun de ses membres pris à part. Il n'exécute pas d'actions de sommation, ni, *a fortiori*, de travail fonctionnel d'ensemble; la raison en est qu'il n'y a pas de relations entre ses membres : ce n'est pas une véritable société.

C'est au moyen d'une *double coordination* que la pensée d'un individu se communique à un autre. Le premier coordonne le signe B à sa pensée A ; le second,

après avoir compris le signe B, coordonne la pensée A à ce signe ; il a ainsi la même pensée que le premier. C'est là un processus assez complexe ; aussi donne-t-il lieu à des erreurs et à des malentendus ; mais jusqu'à présent on n'en a pas trouvé de plus simple, et il ne semble pas que l'on puisse jamais y parvenir. On le trouve déjà appliqué chez les animaux qui vivent en groupes, comme, par exemple, les ruminants et les rongeurs (on sait aussi le rôle important qu'il joue dans le groupe naturel que forme une mère avec ses petits). Le sifflement au moyen duquel un chamois signale un danger à ses compagnons est un acte sans ressemblance aucune avec le concept auquel il est coordonné, et que, par suite, il « signifie » ; mais, aussitôt qu'ils ont compris ce sifflement, c'est-à-dire aussitôt que se sont produites les réactions à l'état de danger qu'il signale, la coordination est établie et le but est atteint. Tout le groupe profite ainsi de l'expérience de l'un de ses membres.

Quiconque a essayé de dresser des animaux sait que la principale difficulté de ce dressage consiste à leur faire réaliser la *coordination nécessaire entre le signe et l'action*. Presque tous les chiens s'empresseraient de faire ce que leur maître leur demande, s'ils le comprenaient. On réalise cette coordination chez les animaux par la production simultanée du signe et de l'action. Il faut, avant toute chose, qu'ils comprennent qu'une telle coordination est possible et qu'elle est exigée d'eux. L'éducation de l'enfant comporte absolument la même difficulté. Les efforts du maître demeu-

rent infructueux jusqu'au moment où l'élève saisit tout à coup la liaison existant entre un concept et un certain signe ; à partir de ce moment, il se développe comparativement vite.

Cette difficulté se présente également dans les premières phases du développement de l'humanité. A mesure qu'il se poursuivit, les concepts et les signes coordonnés à ces concepts devinrent plus nombreux, la formation de chaque concept précédant toujours celle du signe correspondant. Au début de la civilisation, les hommes n'avaient, bien entendu, aucun principe pour les guider en ces matières. De là vient l'extraordinaire *imperfection de toutes les langues*, imperfection qui n'est pas près de disparaître ; car de nos jours encore on ose à peine toucher à des systèmes de signes dus au hasard, comme si c'étaient les plus hautes incarnations de l'esprit humain.

Si l'on se demande sur quels principes doit reposer toute langue, qu'elle soit phonétique, optique ou de quelque autre nature, on les trouvera en remarquant qu'*une langue est un système de signes que l'on a coordonné à un groupe de concepts déterminés*. En d'autres termes, au moment où le lecteur ou l'auditeur reconnaît un signe déterminé, il doit se former dans sa conscience un concept déterminé. Ce n'est qu'à cette double condition que les erreurs seront sûrement évitées.

Ce n'est pas ici le lieu de traiter de la prodigieuse multiplicité des développements que le langage et l'écriture ont éprouvés aux différentes époques et chez

les différents peuples. Dans toute civilisation quelque peu avancée, au groupe des concepts sont coordonnés d'une part des signes *optiques*, d'autre part des signes *acoustiques*. En vertu de la loi générale d'après laquelle, quand deux groupes B et C sont coordonnés à un groupe commun A, ils sont également coordonnés entre eux, les signes écrits et les sons, étant coordonnés aux concepts, sont coordonnés les uns aux autres.

Si l'on recherche les conditions énergétiques auxquelles doit satisfaire un bon système de pareilles coordinations, on arrive aux conclusions suivantes. D'abord la production et la compréhension des sons doivent être aussi faciles que possible. Il en résulte que les mots et les signes phoniques doivent, d'une part, ne pas être trop longs ni trop difficiles à prononcer, et, d'autre part, ne pas être trop semblables. Rappelons qu'à un concept déterminé ne doit correspondre qu'un seul mot, et réciproquement. Comme les sons, les signes graphiques doivent être aussi faciles à produire et aussi différents que possible.

Lorsqu'on examine les langues existantes, on remarque qu'il n'y en a pas, même parmi celles des peuples les plus civilisés d'Europe, qui ne soit bien loin de remplir ces conditions. Toutes possèdent des synonymes et des homonymes, c'est-à-dire que dans toutes un même concept est représenté par plusieurs mots, et un même mot s'applique à plusieurs concepts. En outre, il n'en est aucune dont l'orthographe soit absolument phonétique. L'italien a cherché à se rap-

procher de cet idéal. Les réformes introduites dans l'orthographe allemande y tendent également ; mais nulle part cet idéal n'est réalisé. Beaucoup de personnes éclairées, mais qui ne comprennent même pas quel est ici le problème à résoudre, s'opposent aux perfectionnements que l'on cherche à réaliser dans l'orthographe : les formes nouvelles que l'on propose leur semblent « risibles ».

Cela tient à ce que la science des langues est insuffisamment développée. La formation de toute science théorique comporte trois phases : dans la première, on recueille des matériaux ; dans la seconde, on les coordonne suivant des principes de plus en plus rigoureux ; dans la troisième, la science considérée prend corps. La science des langues, telle qu'elle est comprise par le plus grand nombre des linguistes, en est actuellement à la première phase. Il en est très peu parmi eux qui cherchent à faire œuvre de synthèse. Il n'y a guère que les « dilettantes » qui s'y efforcent. Ils essayent de créer des langues *artificielles* ne présentant pas les défauts des langues naturelles.

La création d'une langue artificielle est d'un intérêt capital. En effet, toutes les langues naturelles, comme nous l'avons déjà dit, sont très imparfaites. Et cela se comprend facilement. Au fur et à mesure des progrès de la civilisation, le nombre des concepts augmente ; on raccorde tant bien que mal les concepts nouveaux aux concepts anciens ; pour ce faire, on forme des mots nouveaux ou bien on étend le sens de ceux qui existent déjà, tout cela sans aucune méthode.

Viennent ensuite les savants, qui apportent quelque ordre dans un système dont la formation est due au hasard ; ils établissent des règles, font adopter les habitudes de langage qui leur sont le plus familières, et l'on a ainsi une langue fixée, du moins dans une certaine mesure. A côté de cette langue, qui est la langue écrite, subsistent des dialectes qui en diffèrent souvent beaucoup. Le dialecte parlé par une population est généralement inintelligible pour une autre quelque peu éloignée de la première ; ainsi un Souabe et un Mecklem bourgeois ne peuvent se comprendre qu'en ayant recours au haut allemand.

Tant que les relations des hommes entre eux sont restées confinées dans des limites relativement étroites, la multiplicité des langues n'offrait pas de très grands inconvénients, mais elle est des plus fâcheuses aujourd'hui, car, depuis quelques dizaines d'années, les relations internationales ont pris un grand développement. Aussi est-il fort regrettable que, depuis quelque temps, on attribue aux langues qui se sont perpétuées jusqu'à nos jours certaines propriétés mystiques en vertu desquelles ces langues seraient d'une importance capitale sous le rapport de la conservation des nationalités. Les tentatives que nous voyons faire aujourd'hui en Europe pour maintenir telle ou telle langue donnent lieu à des conflits où se dépensent des quantités énormes d'énergie. C'est là un pur gaspillage, car les langues des petits peuples seront de moins en moins employées à mesure que se multiplieront les relations internationales de ces peuples.

On mettra un terme au gaspillage d'énergie qui résulte de la multiplicité des langues en adoptant une langue internationale. Les différentes langues naturelles, telles que le babylonien, le grec, le latin, le français, qui, au cours de l'histoire, sont devenues successivement des langues presque mondiales, n'ont pas pu se maintenir comme telles ; cela tient à leurs imperfections, qui résultent elles-mêmes de ce que ce sont des langues naturelles. Par la simplicité de sa grammaire, l'anglais l'emporte de beaucoup sur toutes les autres langues européennes ; mais il est encore très imparfait, et si répandu qu'il soit de nos jours, il n'est pas vraisemblable qu'il devienne jamais une langue internationale.

On ne peut espérer voir devenir internationale qu'une langue artificielle, où l'on aura évité tous les défauts que l'on a reconnus aux langues naturelles, et qui sera assez souple pour qu'on puisse en éliminer, à mesure qu'on les découvrira, les défauts qu'elle présentera elle-même. L'exemple du volapuk prouve qu'il est possible de créer une langue exprimant clairement des idées très diverses, et celui de l'esperanto qu'une langue artificielle peut être parlée couramment. Mais ces deux langues manquent de souplesse ; *aussi l'esperanto, sous sa forme primitive, aura-t-il le même sort que le volapuk : il périra infailliblement.* Toutefois de ses débris surgit déjà une nouvelle langue artificielle, l'ido ou l'ilo, qui s'écarte relativement peu de lui, et qui possède la liberté de développement nécessaire. Il est donc vraisemblable que le XX^e^ siècle

prendra dans l'histoire, par la diffusion d'une langue universelle, une place analogue à celle qu'y a prise le XV^e^ siècle par l'invention de l'imprimerie.

La diffusion d'une langue universelle constituera un progrès considérable sous le rapport énergétique, car elle rendra accessibles à chacun les productions intellectuelles de l'humanité tout entière.

De même que le développement technique de la machine à vapeur a conduit à la thermodynamique et aux lois de l'énergétique, de même le développement technique de la langue auxiliaire artificielle conduira à un développement scientifique de la plus haute importance : elle conduira à ordonner systématiquement les concepts. Quand nous nous servons de langues naturelles, nous ne pouvons exprimer que les concepts pour lesquels il existe des mots ; or, il y a, dans le vocabulaire de toutes les langues naturelles, des lacunes dont il est impossible d'estimer le nombre, même approximativement ; de sorte que beaucoup de concepts utiles et mêmes nécessaires ne peuvent être exprimés. La présence ou l'absence de tel ou tel mot dans le vocabulaire d'une langue déterminée est souvent due au hasard : témoin les mots intraduisibles que chacune possède. On ne se rend pas compte, en général, jusqu'à quel point la pensée peut être sous la dépendance de la langue ; il faut attribuer, dans une large mesure, à l'insuffisance du vocabulaire, la monotonie de la pensée de l'homme moyen. Par l'emploi illimité de la dérivation et des autres ressources qu'elle offrira pour la formation des mots, une langue artificielle bien

conçue arrivera à posséder un vocabulaire beaucoup plus riche que les langues naturelles. Grâce à elle, tous les concepts de l'humanité seront ordonnés, et la pensée pourra se mouvoir plus aisément ; aussi peut-on dire qu'elle constituera un facteur capital de la civilisation.

Le langage remplit des offices différents suivant qu'il est parlé ou écrit : parlé, il établit une communication intellectuelle immédiate entre deux personnes ; écrit, il conserve les pensées pendant un temps indéfini. Il est aisé de constater combien sont arriérés les peuples qui ignorent encore l'écriture ; notons, du reste, que la langue écrite ne se développe que longtemps après la langue parlée. Ceux qui ignorent la langue écrite sont obligés de confier à leur mémoire les connaissances qu'ils veulent perpétuer d'une génération à l'autre.

Le langage écrit permet l'échange de nouvelles entre des personnes éloignées les unes des autres ; il leur épargne les pertes de travail et de temps que leur occasionnerait la nécessité de communiquer de vive voix. Le nombre des lettres augmente en proportion du développement des rapports intellectuels entre les divers pays. La création de timbres internationaux n'est plus qu'une affaire de temps, et ils seront les précurseurs de l'argent international ; car toutes ces questions sont indépendantes du fait que l'humanité est encore divisée en États distincts.

Le télégraphe a remporté sur l'espace une victoire des plus importantes en ce qui concerne la transmission de la pensée. Les premiers télégraphes furent des télé-

graphes optiques. La transmission de signes optiques offre l'avantage de ne pas exiger de conducteur spécial, mais elle suppose un ciel clair et une force lumineuse suffisante.

Malgré l'inconvénient d'exiger un conducteur spécial, le télégraphe électrique s'est développé très rapidement aux dépens du précédent. La raison en est que, précisément par l'emploi de ce conducteur des quantités beaucoup moindres d'énergie suffisent à produire des signes aisés à distinguer. En effet, le fil conducteur empêche l'énergie de se disperser, tandis que rien ne s'oppose à la dispersion des signaux optiques. Il en est à cet égard des signaux de la télégraphie sans fil comme de ceux de la télégraphie optique.

Il n'est pas nécessaire d'insister sur les avantages énergétiques de ces différents appareils, non plus que sur ceux du téléphone, qui a également pour but de rendre les rapports des hommes plus faciles, plus rapides et moins coûteux. Les moyens d'atteindre ce but se perfectionnent tous les jours ; aussi peut-on dire que l'humanité tend de plus en plus à former une vaste association.

CHAPITRE X

LE DROIT ET LES PEINES

Je ne peux pas reconnaître d'autre source du droit que la force. Je veux dire par là, non pas que la force soit le contenu du droit, mais que le droit prend peu à peu la place de la force. Pendant quelque temps, j'ai cru reconnaître une autre source du droit dans les rapports de la mère avec l'enfant. Mais je me suis convaincu que, tant qu'il dure, le droit de la mère repose, lui aussi, sur la force ; aussitôt que l'enfant est grand, il se soustrait à l'autorité maternelle et devient un être ayant ses droits à lui.

Les rapports qui se sont établis d'abord entre des êtres humains ont dû être ceux de la mère avec l'enfant ; ensuite sont venus ceux du maître avec l'esclave. L'enfant finissant, comme nous l'avons dit, par se soustraire à l'autorité de sa mère, les premiers de ces rapports ne nous fourniront pas les facteurs de l'association.

L'esclavage, établi par la violence, permit de grouper des énergies individuelles. Une fois organisé, le travail des esclaves se poursuivait régulièrement, et du fait qu'il n'était pas nécessaire de l'organiser sans cesse à

nouveau résultait une économie d'énergie. La régularité du travail des esclaves était due à leur obéissance (forcée) à une loi qui me semble être la première à laquelle les hommes se soient conformés.

Je ne voudrais pas affirmer que les choses ont commencé, toujours et partout, de cette façon. D'après ce que nous observons dans la conduite de quelques animaux supérieurs, on peut admettre également que des hommes, vivant de la chasse et qui s'étaient approprié de force certains terrains, se soient aperçus après s'être longuement battus entre voisins, pour conserver chacun le terrain qu'il avait pris, de l'économie d'énergie qu'il y aurait pour eux à régler pacifiquement leurs différends. Il est possible que, dans bien des régions, cela ait été l'origine du droit.

Sous quelque forme que l'on admette que le droit s'est d'abord constitué, les conditions juridiques primitives furent certainement très *instables*. Après avoir été établi et accepté (souvent tacitement), le droit fut sans doute maintes fois violé, soit volontairement, soit involontairement ; et alors on recourait de nouveau à la force. Cette alternance du droit et de la force subsiste aujourd'hui encore dans bien des domaines. Dans le domaine politique, elle se manifeste dans les rapports réciproques de bien des États civilisés, et dans la conduite de ces États à l'égard des peuples non civilisés. Un État européen se considère comme ayant absolument le droit de s'établir en maître sur un territoire de l'Afrique, par exemple, qu'il soit habité ou non. Il ne faudrait pas dire que souvent c'est en vertu d'une

donation que les Européens deviennent maîtres de telle ou telle région de ce pays, car ces donations ne constituent pas des contrats juridiques au sens européen de cette expression.

Autrefois les chevaliers ne se faisaient pas scrupule de commettre des actes de brigandage à l'égard des commerçants ; aujourd'hui encore, les peuples se croient en droit de recourir à la guerre pour régler leurs différends. Mais, de même que le droit du plus fort n'est pas admis entre individus depuis l'établissement du droit civil, de même — cela est du moins à prévoir — il ne sera plus admis entre les peuples lorsqu'aura été fondé un droit international. On sait que récemment la guerre a été évitée dans les Balkans par le payement d'une indemnité. Rappelons à ce propos que, dans l'ancienne législation allemande, on pouvait racheter les violations du droit au moyen d'objets de valeur.

La vendetta corse est la marque d'un état juridique instable, d'un état où une première violation du droit a pour effet d'en provoquer d'autres, dont la gravité va en croissant. C'est le propre d'un état instable de se modifier de plus en plus à partir du moment où il a été troublé. Inversement, un état stable est caractérisé par ce fait que, chaque fois qu'il est troublé, des actions se manifestent qui le rétablissent. Un état juridique est d'autant plus parfait qu'il est devenu plus stable, c'est-à-dire que les réactions qui l'empêchent de se modifier sont plus fortes.

L'état juridique est stable quand ce n'est pas l'indi-

vidu lésé qui apprécie le dommage et fixe la réparation à exiger. Dans le cas contraire, il est instable, car, d'une part, l'individu lésé est enclin à exagérer l'importance du dommage qu'il a éprouvé et de la réparation à exiger pour ce dommage, et, d'autre part, l'individu qui en a lésé un autre se sent lésé à son tour si on lui a imposé une réparation trop forte; il exige alors, lui aussi, une réparation, et quelquefois une réparation bien supérieure à celle qui a été obtenue de lui. Les choses continuant ainsi, l'un des deux finit par être ruiné.

Il est donc nécessaire que les différends soient réglés par des juges désintéressés et capables de faire exécuter leurs décisions. Dans les temps primitifs, le possesseur d'esclaves prononçait entre eux quand ils étaient en conflit, ne fût-ce que pour empêcher qu'en se battant ils diminuassent leur capacité de travail. Pour que, dans ce cas, l'état juridique fût quelque peu stable, il fallait que le maître considérât ses esclaves comme égaux. De quelque juridiction qu'il s'agisse, d'ailleurs, *il est de l'intérêt de la civilisation que tous les hommes soient regardés comme égaux devant la loi.* Autrefois les droits des étrangers n'étaient pas reconnus. Aujourd'hui encore, il est des pays, pourtant civilisés à d'autres égards, où certains de leurs droits demeurent méconnus. Ainsi, aux États-Unis, les productions intellectuelles des autres pays ne sont pas protégées par la loi. Au reste, jusqu'à une époque relativement récente, les livres, les œuvres d'art et les inventions étaient considérés

partout comme la chose de tous ; et, lorsque cette idée barbare disparut, on se contenta d'abord de les protéger dans leur pays d'origine.

En disant que tous les hommes doivent être égaux devant la loi, nous entendons *qu'il ne faut refuser à personne son droit, et nullement que les juges doivent appliquer à chacun le même traitement.* Cette seconde conception, qui semble régner généralement aujourd'hui encore, est, selon nous, absolument erronée. Il est déraisonnable d'appliquer indistinctement la même amende pour le même délit : cette amende, en effet, peut être indifférente au riche et ruiner le pauvre ; par contre, une peine d'emprisonnement, qui sera indifférente au prolétaire, pourra ruiner un homme d'une condition sociale plus élevée. (C'est ici le cas de rappeler le dicton : *summum jus summa injuria*.) La détention dans une forteresse n'étant pas considérée comme déshonorante, on devrait appliquer cette peine aux personnes de situation élevée lorsqu'elles ont commis des délits sans gravité, et ne leur infliger la prison que pour des actes contraires à l'honneur, tels que le vol, l'escroquerie, etc...

Le droit est extrêmement arriéré, comparativement à la plupart des autres domaines de la civilisation, où les progrès ont été des plus rapides dans les derniers temps. Tout récemment encore, on mettait au-dessus de tout les ouvrages de droit remontant à la décadence de l'empire romain d'Orient, où les principes, sains, mais fort étroits, de l'ancien droit romain baignent, si j'ose dire, dans une sauce fétide

formée de chicane en pleine décomposition. Grâce au développement où sont parvenues les autres branches du savoir humain, l'insuffisance de ces ouvrages est apparue si nettement qu'ils ont perdu beaucoup de leur crédit. Malheureusement il se passera beaucoup de temps avant que soit réparé le mal qu'ils ont causé à notre vie nationale. Ce mal est considérable, car, jusqu'à présent, on a complètement méconnu, par leur faute, l'importance économique du droit.

Il nous reste à dire quelques mots sur la question des *peines*, considérée du point de vue énergétique. Le droit est un système constitué pour éviter les *gaspillages d'énergie* qui se produisent dans les actions que les membres de la société exercent les uns sur les autres ; dès lors, c'est du point de vue énergétique que nous devons envisager les réactions qu'il établit contre les délits et les crimes. Le mot « peine », que l'on emploie ordinairement pour désigner une réaction contre un délit ou un crime, indique bien que le droit a sa source dans les rapports de maître à esclave ; mais ce terme ne correspond pas à la conception qu'au degré de civilisation où nous sommes parvenus nous devons nous faire du droit.

La réaction adéquate à toute atteinte portée par un individu à la propriété d'un autre consiste naturellement en une restitution de la part du premier ; toutefois cette réaction n'est pas suffisante, car le propriétaire a éprouvé des dommages accessoires, pour lesquels il lui est également dû une réparation. Par suite, l'importance de la réparation totale imposée à.

l'auteur du délit doit dépasser beaucoup celle du gain qu'il en a retiré. Cette majoration de peine le portera d'ailleurs à respecter désormais la propriété d'autrui.

Pour un meurtre, il n'est pas de restitution possible. En Allemagne, dans les anciens temps, le meurtre étant chose fréquente et n'inspirant pas dès lors l'effroi exceptionnel qu'il inspire aujourd'hui, la loi ne frappait ordinairement le meurtrier que d'une indemnité précuniaire. De nos jours, on estime généralement que la réaction adéquate au meurtre volontaire est la mise à mort du meurtrier. C'est évidemment là une réaction imparfaite puisqu'elle s'exerce seulement après que s'est accompli l'acte qu'il s'agirait avant tout de prévenir.

L'idéal serait effectivement de rendre le meurtre impossible. La civilisation tend à ce résultat : si l'on compare l'Allemagne avec les États-Unis, par exemple, on constate que, pour un même nombre de personnes, il y a dix-sept fois moins de meurtres dans le premier de ces pays que dans le second. Il n'en convient pas moins de rechercher à quelle réaction on doit recourir contre le meurtre. Selon nous, la meilleure au point de vue social serait la castration du meurtrier ; par cette réaction, en effet, on n'anéantirait pas sa force de travail et l'on empêcherait la transmission héréditaire de ses instincts de meurtre. Peu à peu de pareils héritages disparaîtraient ainsi de la société. Ce qui montre bien l'efficacité de ce procédé, c'est que son application systématique a permis à l'Inquisition

d'anéantir presque complètement en Espagne la pensée scientifique indépendante.

De quelque violation du droit qu'il s'agisse, *il convient*, comme dans le cas du meurtre, *de recourir contre elle à la réaction qui entraînera pour la société la moindre perte d'énergie*. S'il s'agit, par exemple, d'un délit contre la propriété, on n'emprisonnera pas le coupable, mais on le forcera à réparer par son travail le dommage qu'il aura causé.

CHAPITRE XI

VALEUR ET ÉCHANGE

Les valeurs primaires sont les énergies, car les énergies sont incréables et elles sont indispensables à la vie. Parmi les énergies brutes, un petit nombre seulement appartiennent en commun à tous les hommes; ce sont celles qu'on ne peut pas s'approprier, comme, par exemple, *l'oxygène libre de l'air*. Sans oxygène, on le sait, les énergies chimiques des aliments et des combustibles sont incomplètes, car elles ne se manifestent pas dans les aliments et dans les combustibles considérés à part, mais dans ces substances et dans l'oxygène pris conjointement. Aussi un organisme supérieur ne peut-il vivre, même un temps très court, lorsqu'on le prive d'oxygène. Or, si ce corps n'était pas gazeux, il y a longtemps qu'il serait devenu propriété privée; on le vendrait comme on vend le charbon ou les céréales.

La *chaleur solaire*, qui se répand librement partout, transportée en grande partie au moyen de l'air, est aussi une énergie non-susceptible d'appropriation privée. Il n'en est pas tout à fait de même du *rayonnement solaire*. En effet, les produits des forêts, des

champs, des prairies, sont constitués par de l'énergie solaire émise par rayonnement et emmagasinée. Sous la forme solide (ou la forme liquide comme dans l'alcool), cette énergie peut se conserver et se transporter, et, par suite, être propriété privée.

Les autres formes de l'énergie brute, telles que les chutes d'eau, les trésors de tout genre que renferme le sol, etc., sont également susceptibles d'appropriation privée.

Ces énergies brutes sont les sources de toutes les valeurs, mais la plupart ne sont pas encore elles-mêmes des valeurs, ou ne sont que des valeurs médiates.

Les valeurs immédiates sont les choses nécessaires ou utiles à la vie. (Je veux parler ici de la vie sous tous ses aspects et non pas seulement de la vie physiologique.) Sont *valeurs fondamentales* celles sans lesquelles la vie ne serait pas possible, à savoir, en premier lieu, les *aliments*, et, en second lieu, les *vêtements* et l'*habitation*. Les *valeurs de second ordre* comprennent celles qui, sans être indispensables, sont utiles (ou simplement désirables).

En fait d'énergies brutes constituant des valeurs immédiates, il n'y a guère, outre l'oxygène et la chaleur solaire, que les quelques *fruits* que l'homme a l'habitude de consommer crus. *Les autres énergies brutes doivent être transformées* avant de représenter des valeurs immédiates.

La transformation des énergies brutes en énergies immédiatement utilisables exige l'emploi d'outils et de machines. Ceux-ci constituent, comme toute chose,

des systèmes énergétiques ; mais leur valeur ne repose pas sur la somme d'énergie qu'ils contiennent ; elle consiste dans le fait qu'ils facilitent la transformation d'autres énergies. Ils sont, en eux-mêmes, sans valeur sous le rapport énergétique, mais ils augmentent celle des énergies qu'on élabore avec leur aide. L'économie sociale les désigne sous le nom d'agents de production ; nous les appellerons, avec plus de raison, *agents de transformation,* car ils ne produisent pas, au sens propre du mot, ils transforment. Il convient d'en rapprocher, au point de vue qui nous occupe, les divers moyens de conservation et de transport.

Un coup d'œil rapide jeté sur la civilisation moderne nous apprend qu'il y a une disproportion énorme entre la dépense d'énergie nécessitée par la transformation d'une énergie brute et la quantité d'énergie utile obtenue. Par exemple, un grand transatlantique transportant 3.000 personnes brûle journellement 100 tonnes de charbon, c'est-à-dire 233 kilogrammes par tête, alors que le poids du carbone contenu dans les aliments consommés en un jour par chaque passager est de moins d'un demi-kilogramme ; la quantité d'énergie de transformation employée à faire mouvoir le navire est donc 500 fois plus grande que la quantité d'énergie utile renfermée dans les aliments consommés par les passagers. Voici un autre exemple, non moins frappant, de la dépense représentée par les transformations de l'énergie : presque tout le fer produit dans le monde sert à effectuer de ces transformations (il n'y a d'exception que pour les

très petites quantités de fer employées dans nos habitations sous différentes formes). Or, la production journalière du fer est de 200.000.000 de kilogrammes.

Nous constatons un fait analogue quand nous considérons de quelle manière nous composons notre vie. La plus grande partie de notre temps est prise par des occupations auxquelles nous ne nous livrerions pas volontiers si elles n'avaient pour but de nous permettre de vivre à notre guise à certains moments. En d'autres termes, c'est surtout à nous procurer de l'argent que nous consacrons notre activité. Pour un grand nombre de personnes, il y a là une dure nécessité. Mais on en voit beaucoup qui, tout en étant à leur aise, se livrent à la poursuite de l'argent avec autant d'ardeur que si c'était le principal but de l'existence. Il faut voir dans ce fait la manifestation d'un instinct qui s'est lentement formé à travers une série de générations. Cet instinct est lui-même une forme particulière de l'*instinct du travail*, qui s'est développé particulièrement chez les peuples de l'Europe septentrionale.

Tout produit fabriqué, que ce soit une œuvre d'art ou un aliment, renferme, d'une part, une certaine quantité d'énergie intrinsèque ; d'autre part, il a exigé pour sa fabrication la dépense d'une autre quantité d'énergie. On peut considérer la somme de ces deux quantités comme constituant la *valeur objective de fabrication du produit*. Cette valeur n'est pas nécessairement la même pour des produits identiques, car, si la première quantité d'énergie y est la même, la

seconde peut ne pas l'être. On sait que les progrès de la civilisation tendent à diminuer de plus en plus cette seconde partie. *La valeur de fabrication de tout produit a donc une tendance constante à diminuer ;* la marge est d'autant plus grande que la dépense de travail nécessitée, au moment considéré, par la fabrication du produit est plus forte par rapport à l'énergie intrinsèque qu'il contient.

Cette valeur de fabrication comprend, en particulier, les dépenses de transport relatives tant au produit lui-même qu'aux opérations exigées par sa fabrication.

Outre sa valeur de fabrication, tout produit a une *valeur de jouissance*, plus élevée, bien entendu, que sa valeur de fabrication ; car celui qui désire acquérir un produit est prêt à faire, pour se le procurer, les sacrifices nécessaires. Ces sacrifices, d'ailleurs, ne peuvent consister qu'en énergies brutes, ou en travail dépensé pour la transformation de celles-ci, ou en une somme d'énergies brutes et de travail.

Le producteur et le consommateur peuvent se trouver réunis dans la même personne ; c'est là le cas le plus simple. Dans le cas contraire, ils font un *échange*. L'opération appelée échange consiste en ce que deux personnes renoncent chacune à une valeur qui lui appartient pour avoir la valeur appartenant à l'autre. Ce qui rend l'échange possible, c'est qu'il existe, entre la valeur de fabrication et la valeur de jouissance d'un objet, une différence qui n'est pas nécessairement la même pour deux personnes différentes. Si, des deux côtés, cette différence est telle que, pour chaque partie,

la valeur de jouissance de la chose à laquelle elle renonce soit plus petite que celle de la chose qu'elle reçoit, toutes deux sont contentes de l'opération.

On voit que la question de jouissance, ou de valeur subjective, joue un rôle capital dans l'échange. Nous ne pouvons pas nous y étendre, car elle rentre dans l'étude des bases psychologiques de la science de la civilisation, et c'est de ses bases énergétiques que nous nous occupons ici.

Le point de vue énergétique va nous permettre de développer d'autres considérations encore sur le sujet que nous traitons en ce moment. L'échange, tel que nous venons de le décrire, suppose *que deux personnes ont en même temps quelque chose à échanger et se trouvent dans le même lieu.* Ce cas, évidemment, est rare. Mais on a trouvé des moyens de rendre l'échange possible dans les autres cas.

Ces moyens sont le *marché* et l'*argent*.

Le marché est un lieu où se rencontrent, à des moments déterminés d'avance, des personnes désireuses de faire des échanges. La probabilité qu'un marché permettra des échanges satisfaisants pour tous augmente évidemment très vite avec le nombre des personnes qui y apporteront des valeurs ; aussi y a-t-il intérêt à ce qu'un marché ait de grandes dimensions. En y mettant les unes près des autres les valeurs de même nature, on obviera aux inconvénients qui pourraient résulter de sa trop grande étendue.

L'économie d'énergie réalisée par un marché s'aperçoit bien lorsque l'on considère combien il épargne

de chemin aux personnes désireuses de faire des échanges. Soient 10 personnes dans ce cas. Si elles n'avaient pas de marché à leur disposition, chacune d'elles devrait aller chez les 9 autres pour que toutes les possibilités d'échanges satisfaisants fussent épuisées ; il y aurait alors, pour ces 10 personnes, un total de 90 trajets à effectuer. Si, au contraire, il existe un marché, il n'y aura pour elles que 10 trajets à faire, et même, si le marché se trouve au centre des localités qu'elles habitent, 10 demi-trajets. Quand même le marché serait éloigné de ces localités, il leur épargnerait du chemin. Ajoutons ici que, pour que des personnes se décident à apporter leurs valeurs au marché, il faut que la sécurité de ces valeurs leur soit garantie.

Le marché diminue beaucoup, comme on vient de le voir, les difficultés spatiales de l'échange ; quant à ses difficultés temporaires, elles ont été résolues par l'invention de l'argent.

L'argent consiste en valeurs, aussi invariables que possible, destinées à combler l'intervalle qui peut exister, dans un échange, entre la délivrance d'un des objets et celle de l'autre. Si A se dessaisit d'une valeur en faveur de B, sans que B ait en mains la contre-valeur qu'il doit lui remettre, il reçoit de B, sous forme d'argent, un équivalent de la valeur qu'il lui a livrée. Lorsque B apportera la contre-valeur réelle à A, celui-ci lui rendra la valeur intermédiaire, à savoir l'argent qu'il a reçu de lui. Pour que les choses puissent se passer ainsi, il suffit que les deux parties

reconnaissent l'argent comme valeur intermédiaire. S'il en est de même des autres personnes allant au marché, *les deux opérations dont se compose un échange peuvent devenir tout à fait indépendantes l'une de l'autre*, chacune se transformant alors en un échange d'une valeur contre de l'argent. La personne qui a en mains l'argent que lui a procuré un pareil échange peut échanger, à sa convenance, l'argent reçu contre tel ou tel des objets que renferme le marché. On voit que l'emploi de l'argent permet de faire des échanges avec un minimum de travail.

Mais ce n'est pas seulement sur les marchés locaux que l'argent est reconnu comme valeur intermédiaire, c'est aussi sur le *marché mondial*. Par sa capacité de se transformer en des valeurs quelconques, l'argent offre une ressemblance remarquable avec l'énergie, qui peut prendre, comme on le sait, les formes les plus diverses. Toutefois, on se tromperait lourdement si l'on concluait de cette ressemblance à une identité d'essence.

L'énorme importance technique de l'argent réside donc dans le fait qu'il est un représentant général de la valeur des choses; en effet, il facilite par là, dans la plus large mesure, les échanges, et permet une diffusion des objets telle que chacun peut se procurer ceux qui possèdent pour lui la plus grande valeur de jouissance, tandis que ceux dont il se dessaisit n'ont pour lui que la valeur à laquelle nous avons donné le nom de valeur objective de fabrication. L'argent permet donc que chaque chose parvienne à l'endroit où elle

possédera la plus grande valeur de jouissance qu'elle puisse atteindre ; de la sorte, il contribue puissamment aux progrès de la civilisation.

L'argent a pu n'être qu'un signe-valeur à partir du moment où la confiance publique dans l'acquittement des obligations pécuniaires l'a permis. Entre le billet de banque, qui est garanti par l'État, et le chèque, qui ne repose que sur le crédit personnel, il existe les formes les plus diverses de signes-valeurs.

La mobilité et l'universalité extraordinaires de l'argent en font un instrument d'une importance sociale extrême. Nous allons voir qu'il permet une incomparable concentration d'énergie.

CHAPITRE XII

L'ÉTAT ET SON POUVOIR

Les rapports qu'un homme moderne a avec la société offrent une diversité extraordinaire. D'un côté, il fait partie d'un certain nombre de groupes sociaux concentriques : sa famille, les personnes qui habitent la même maison que lui, sa ville, sa province, son pays. D'un autre côté, il appartient généralement à une communauté religieuse déterminée, à une profession, à un parti politique, à diverses associations. Ces groupements s'enchevêtrent de diverses façons. Certains d'entre eux s'étendent bien au delà des limites du pays dont il fait partie : il en est ainsi, par exemple, de l'Église catholique, de l'Uniono di l'amiki de la lingua internaciona, de l'ensemble des adeptes d'une même science ou de la science en général. De la sorte, les personnes qui poursuivent des intérêts communs, de quelque nature qu'ils soient, se trouvent unies à travers le monde entier.

Comme la poursuite d'intérêts communs est grandement facilitée par l'union de ceux qui les poursuivent, il se forme constamment de nouveaux groupements de ce genre. Cette tendance au groupement est un

phénomène social qui s'affirme tous les jours avec plus de force ; aussi est-il absurde de se moquer de la « manie de l'association » ; en ce faisant, on prouve seulement qu'on n'a pas saisi la raison d'être de ce phénomène important. Mais, pour qu'une association donne des résultats, il ne suffit pas qu'on la fonde ; il faut encore qu'elle soit bien dirigée ; il y en a beaucoup qui, faute d'une direction convenable, sont condamnées à végéter et ne tardent pas à disparaître. Toutefois il en est de très nombreuses qui montrent la plus grande vitalité.

C'est par une lente évolution que l'humanité est arrivée à l'état que nous venons de décrire. Chacun des groupements sociaux primitifs comportait tous les rapports qu'un homme pouvait avoir avec ses semblables. La guerre entre différents groupements sociaux eut pour effet, dans des cas innombrables, de les agglomérer. Plus les agglomérations étaient vastes, plus grandes étaient leur puissance et leur vitalité. C'est ainsi, par exemple, que le rôle politique considérable joué par la France depuis le moyen âge jusqu'à une époque récente tient exclusivement à ce que la réunion de ses habitants sous un pouvoir central fort s'était accomplie de très bonne heure.

Ce fait permit notamment à la France de constituer des *armées mobiles* à une époque où, par suite du peu de développement du droit des gens, elles jouaient un rôle décisif dans la destinée des États. Une armée mobile n'est pas autre chose qu'un groupement d'énergies susceptibles de se manifester à l'endroit et

au moment choisis par celui qui en dispose. Ici, deux facteurs sont essentiels : d'une part, la quantité d'énergie utile, qui est en raison composée de la quantité absolue d'énergie et du coefficient d'exploitation ; d'autre part, la possibilité de disposer de cette énergie utile au lieu et au moment voulus. Ces deux facteurs ont toujours joué et joueront toujours un rôle prépondérant dans les questions d'organisation militaire.

Ce n'est — l'histoire nous l'apprend — ni le nombre ni le courage des combattants qui décide de la victoire, mais la manière dont ceux-ci sont dirigés. Or, cela veut dire que, dans une guerre, l'*organisation* et la *direction* doivent être telles que le coefficient d'exploitation de l'énergie brute donnée soit le plus élevé possible. La nécessité de réunir des troupes rapidement au début d'une guerre a conduit à l'institution des *armées permanentes*, et l'on sait combien une meilleure organisation de la mobilisation dans l'un des deux pays belligérants a influé sur le cours de la guerre franco-allemande. Les Romains, si expérimentés en matière de guerre, n'ignoraient pas que, pour pouvoir conserver un pays qu'ils avaient conquis, la première chose à faire était de construire de bonnes routes aboutissant à la capitale de ce pays. C'est grâce aux *lignes de chemin de fer* établies dans le Far-West américain qu'on est arrivé à le conquérir et à le civiliser.

Si les formations d'États sont des facteurs très importants dans l'histoire de la civilisation, c'est parce

qu'elles représentent le premier exemple de concentration d'énergie humaine opérée en vue de servir les intérêts d'une communauté, et les servant en effet. Mais, pour qu'un État puisse subsister, il faut que l'énergie humaine y soit concentrée sous certaines formes appropriées. Si le Saint Empire romain a succombé dans la lutte pour la vie, c'est parce qu'il ne disposait pas d'une grande quantité d'énergie concentrée sous forme d'armée permanente.

Outre la concentration de l'énergie sous la forme d'armées, il s'opère depuis le moyen âge une *concentration de l'énergie sous la forme d'argent*. Le rôle social de l'argent est de plus en plus important. Les événements qui se sont passés récemment dans le sud-est de l'Europe nous ont montré qu'il n'est plus nécessaire de recourir à la guerre pour mettre fin à des conflits entre États, qu'on peut les apaiser avec de l'argent, et que ce moyen de les résoudre se trouve être, en fin de compte, le meilleur. D'ailleurs, l'achat des engins de guerre, qui se compliquent constamment, exige tous les jours plus d'argent. Montecuculli disait que, pour faire la guerre, il faut premièrement de l'argent, deuxièmement de l'argent, et troisièmement de l'argent ; cela n'a jamais été aussi vrai qu'à notre époque. Il arrivera inévitablement un moment où *l'État le plus puissant sera celui qui disposera de la plus grande quantité d'argent*. A la vérité, le concept d'État se dissout en quelque sorte peu à peu, car, le capital mobile étant depuis longtemps devenu international, les rapports qui existent entre tous les pays

du globe renversent l'une après l'autre les barrières dont sont entourés les États.

Ainsi le capital, en s'organisant, tend très visiblement à devenir une puissance surpassant celle de l'État. Pour que celui-ci puisse continuer à se développer régulièrement, il faut absolument qu'il s'approprie ce facteur de puissance, comme il s'est approprié celui que représente une armée organisée. Il y aura économie d'énergie si les organisations sociales actuelles « se hâtent lentement » de s'adapter aux nouvelles conditions d'existence, comme le firent, à leur heure, les anciennes organisations sociales, qui échappèrent ainsi à la mort. Chose étrange : l'État, dans tous les pays, interdirait à un citoyen d'armer, d'organiser et d'entretenir, pour s'en servir à sa guise, quelques milliers d'hommes seulement ; et cependant il permet la formation de fortunes colossales, qui confèrent à leurs possesseurs un pouvoir énorme sur leurs concitoyens, un pouvoir bien supérieur à celui que leur donneraient quelques milliers d'hommes armés. Bien plus, il permet que la puissance inhérente à la possession de pareilles quantités d'énergie soit exercée par des personnes qui n'ont même pas le mérite de les avoir amassées, qui les ont héritées. Ces concentrations d'énergie, dont on a des exemples si frappants aux États-Unis, constituent un réel danger pour l'État, dont elles menacent l'existence ; aussi doit-il prendre contre elles des mesures de défense.

C'est aux États-Unis qu'existent les plus grosses fortunes ; mais il y en a de très considérables aussi

dans les États d'Europe, et, entres autres, en Allemagne. Si elles ont pu se former dans ces différents pays, c'est que, quand les législations de ces pays furent constituées, on ne tint pas compte de la capacité spécifique de concentration de l'argent. Ces concentrations d'argent, qui représentent un phénomène antisocial, ont pu s'y accomplir sous la protection des lois ; il faut ajouter que des infractions aux lois y ont grandement aidé. Or, l'exemple des États-Unis nous montre que l'État est impuissant à réprimer ces infractions quand les capitaux amassés dépassent un certain chiffre. Examinons s'il n'y a pas de remède à cet état de choses.

Les grosses fortunes ne pourraient subsister si l'État ne permettait pas que les lois régissant les petites et les moyennes fortunes leur fussent également applicables. Le propriétaire de valeurs énergétiques, telles que mines, usines, chemins de fer, n'a pas ces valeurs elles-mêmes dans son coffre-fort ; il n'y met que ses titres de propriété. *Ceux-ci ne conserveront leur valeur que tant qu'elle sera reconnue par l'État, c'est-à-dire par la communauté organisée.* Or, le propriétaire en question n'a pas le droit de prétendre que l'État continue à reconnaître cette valeur, c'est-à-dire à la protéger, quand il emploie son pouvoir contre lui. Lorsque, par exemple, des particuliers, possesseurs d'une énergie aussi fondamentale que celle représentée par le charbon de terre, font en sorte que les étrangers puissent se procurer le charbon de leur mine à beaucoup meilleur marché que leurs propres compatriotes,

leur manière de procéder étant contraire à l'intérêt de l'État, celui-ci devrait pouvoir les déposséder. Les questions de ce genre sont extrêmement compliquées quand on les envisage du point de vue juridique ordinaire, qui nous fait regarder la propriété comme « sacrée ». La conception énergétique fournit des points de vue plus larges, et permet de se rendre compte de la direction dans laquelle on pourra trouver les solutions de ces problèmes sociaux.

Étant donné le rôle, si funeste à certains égards, que l'argent, par une évolution naturelle, est arrivé à jouer; il importe de se rendre compte de sa nature exacte, afin de pouvoir régulariser sa fonction.

Nous avons vu que l'invention de la monnaie a rendu les échanges indépendants, dans une large mesure, du temps et de la distance. Elle nous est apparue comme une forme intermédiaire entre les valeurs échangées. Il fallut d'abord qu'elle eût une valeur intrinsèque, parce que la loyauté et la confiance n'étaient pas assez développées pour que de simples signes-valeurs pussent avoir cours. Mais ce qui n'était pas possible dans le principe le devint par la suite, et peu à peu les signes-valeurs ont remplacé, dans une large proportion, la monnaie d'or et d'argent.

Cette évolution doit être regardée comme très heureuse au point de vue de la civilisation : d'abord, elle a amené une économie de travail; en second lieu, grâce à elle, la confiance publique s'est développée par le fait même qu'elle était supposée exister. Quant aux

causes profondes qui ont produit les concentrations d'argent dont nous avons signalé les inconvénients, il faut, pour les découvrir, distinguer entre les divers rôles que joue l'argent : d'une part, il sert comme *équivalent de valeurs immédiates*, d'autre part comme *instrument*.

Il sert comme équivalent de valeurs immédiates dans les opérations ordinaires de vente et d'achat ; employé ainsi, il garde sa valeur d'une façon permanente.

Mais, en outre, il économise de l'énergie, car, grâce à lui, on peut se procurer à des moments déterminés et en des endroits déterminés des valeurs qui sont particulièrement précieuses à ces moments et en ces endroits ; tandis que, si l'argent n'existait pas, on serait obligé de faire des approvisionnements et des transports laborieux. Posséder de l'argent équivaut donc à pouvoir économiser de l'énergie ; par là, l'argent a le caractère d'un instrument ou d'une machine. Or, comme une machine a la propriété de déterminer des accroissements successifs de valeur vis-à-vis de transformateurs moins parfaits, l'argent agit constamment sur lui-même de façon à augmenter sa valeur (c'est-à-dire qu'il s'accroît spontanément quand on l'emploie d'une façon judicieuse) ; il est donc à la fois machine et produit. De là l'idée de prêter de l'argent sous la condition que le prêteur recevrait une part des avantages à retirer, par l'emprunteur, de l'argent qui lui était prêté.

Fait caractéristique, chaque fois que le *prêt à intérêt*

s'est établi quelque part, les masses s'y sont montrées hostiles. Non pas qu'elles pussent rien objecter à ce que le prêteur reçût un dédommagement pour le risque qu'il courait en prêtant son argent. Ce qui les inquiétait, c'est que l'argent, en vertu de *la propriété qu'il a de s'accroître spontanément*, tend à s'accumuler entre les mains de personnes qui en possèdent déjà beaucoup ; et nous savons maintenant combien ces inquiétudes étaient justifiées. Le droit de prêter de l'argent aurait dû être, dès le principe, un droit régalien, comme celui de frapper de la monnaie.

Je n'examinerai pas ici la question de savoir s'il est encore possible que le prêt d'argent devienne un monopole de l'État. Mais il me semble qu'au lieu d'interdire aux particuliers de prêter de l'argent, il vaudrait mieux leur faire concurrence en offrant des conditions plus avantageuses que les leurs.

Si l'on se demande comment l'argent est arrivé à occuper une position si exceptionnelle parmi tous les instruments, on reconnaîtra que c'est à cause de son caractère d'universalité. Il est devenu la mesure universelle et l'équivalent universel de toutes les valeurs, dont il permet ainsi une sommation illimitée, si diverses soient-elles.

CHAPITRE XIII

LA SCIENCE

La science est l'instrument le plus général que l'humanité ait créé pour atteindre les buts qu'elle se propose. Nous avons eu plusieurs fois déjà l'occasion de signaler la nature économique de la science, nature économique si bien mise en lumière par Ernst Mach ; nous avons dit qu'elle permet de connaître et de prévoir les faits aussi exactement que possible au moyen d'une dépense de travail aussi faible que possible. Les progrès de la science sont de deux ordres : d'un côté, ses matériaux s'accroissent ; d'un autre côté, on les manie de mieux en mieux.

On peut dire de la science que c'est la *technique de la prédiction systématique*. On ne doit considérer comme véritablement scientifiques que les connaissances qui permettent des prédictions. On n'accordera donc aucune valeur scientifique à des données relatives au passé si l'on ne peut en tirer avec plus ou moins de certitude des conclusions relatives à l'avenir. Et pourquoi cherchons-nous à connaître l'avenir ? Parce que nous voulons pouvoir régler nos actions de façon à atteindre, avec le moins de dépense d'énergie

possible, les buts qui nous semblent désirables. Ainsi *toute civilisation a la science pour fondement.*

L'art fait partie de la science ainsi comprise, car sa pratique repose tout entière sur la prévision des effets à atteindre. Le musicien sait exactement par quelles particularités de son jeu il pourra émouvoir ou ravir ses auditeurs, et le peintre étudie avec soin les résultats donnés par les associations de couleurs pour arriver à produire l'effet qu'il désire. La science, telle que nous la comprenons ici, embrasse tout le domaine de l'activité humaine consciente et prévoyante, en tant que celle-ci est ramenée à des règles ou à des préceptes. C'est la science qui a permis de tirer les conclusions nombreuses et importantes formulées dans cet ouvrage.

Par conséquent, la science joue pour l'humanité le rôle que joue l'organe central pour chaque homme. En elle se réunit tout ce qui a été acquis d'expérience utilisable, c'est–à-dire réitérable. Depuis longtemps, elle est si vaste qu'aucun homme ne peut avoir le moindre espoir d'en garder le contenu dans sa mémoire ; elle n'existe plus que dans la mémoire objective, c'est-à-dire dans les livres. Ceux-ci sont extrêmement nombreux et divers aujourd'hui, et ce n'est qu'au moyen d'une science spéciale que l'on peut se retrouver au milieu de tant de trésors. De là vient que, souvent, plusieurs personnes, qui vivent en des pays différents, font, indépendamment les unes des autres, la même découverte; cela arrive notamment quand le progrès général de la science

exige absolument qu'une découverte déterminée soit faite.

On voit jusqu'à quel point la science est maintenant socialisée. D'ailleurs, ses adeptes sont unis en une vaste communauté naturelle. Les congrès scientifiques internationaux, toujours plus fréquents, sont un signe bien net de leur cohésion. On éprouve un sentiment profond de patriotisme mondial, pour ainsi dire, quand, à ces congrès, on rencontre des hommes dont on connaît les travaux, et que, les premières salutations échangées, on aborde un terrain qui vous est familier ainsi qu'à eux-mêmes. Wurtz a prétendu que la chimie était une science française ; personne aujourd'hui n'oserait plus dire d'une science qu'elle appartient à un pays déterminé. Les différents peuples ont contribué et contribuent à des degrés très divers à former la science. Elle eut d'abord une courte période de floraison dans l'Afrique du Nord ; puis ce fut le tour de l'Europe, où la production scientifique indépendante resta confinée jusqu'à il y a une centaine d'années ; à partir de cette époque, les populations de l'Amérique du Nord, particulièrement celles d'origine anglaise et allemande, produisirent des travaux scientifiques, d'abord à des intervalles très éloignés, puis de plus en plus souvent. C'est un fait remarquable que les autres colonies européennes n'ont pas encore fait de travaux scientifiques. Pour les colonies espagnoles et portugaises, la cause en est facile à trouver : c'est le peu de productivité de la mère-patrie. Mais les colonies anglaises n'en ont pas

fait non plus ; il faut donc, semble-t-il, pour que ce produit de la civilisation, qui est le plus élevé de tous, puisse prendre naissance, non seulement que la race s'y prête, mais encore le climat et le sol ; peut-être les conditions de climat et de sol ne sont-elles pas indispensables, et suffit-il que la colonie soit établie depuis un temps assez long : un siècle au moins. Les Japonais commencent à faire des travaux scientifiques. Ceux qu'ils ont produits jusqu'à présent ont pour point de départ des idées empruntées à l'Europe, idées dont ils ont tiré partie avec beaucoup d'intelligence et d'habileté. D'ici quelques dizaines d'années, on saura si ce peuple intelligent est capable d'une production scientifique indépendante non précédée d'une période d'incubation ; quant à moi, vu les expériences faites jusqu'à présent (expériences, il est vrai, peu étendues), je considère la chose comme peu probable.

La production de travaux scientifiques originaux n'a nécessité jusqu'à présent aucune organisation systématique. Il faut même reconnaître que les tentatives que l'on fait pour la stimuler, en attribuant des prix aux personnes ayant le mieux traité des questions proposées, donnent presque invariablement des résultats fort maigres. Cela s'explique facilement. Pour produire un travail scientifique qui ait de la valeur, il faut y concentrer toutes ses énergies, ce qu'on ne fait que quand on ressent un intérêt passionné pour le sujet qu'on étudie. Or, il y a fort peu de chances pour qu'un sujet mis à l'étude vous inspire un intérêt

passionné, et cela précisément au moment où il est mis à l'étude.

Si la science a suivi au cours de l'histoire une marche très régulière et très voisine d'une marche logique, c'est-à-dire si elle a constamment généralisé et approfondi les problèmes, cela tient aux conditions intrinsèques de la production scientifique. Les esprits créateurs eux-mêmes doivent nécessairement commencer leur œuvre aux endroits laissés inachevés par les hommes de science qui les ont précédés, et cela seul suffit pour que partout les données nouvelles se raccordent aux données anciennes.

Cet automatisme a suffi, jusqu'à présent, à assurer les progrès réguliers de la science. Ils ont été accélérés par la composition d'ouvrages didactiques. De pareils ouvrages rendent deux genres de services aux hommes de science. D'une part, ils leur permettent de jeter un coup d'œil d'ensemble sur les données acquises ; d'autre part, s'ils sont bien conçus, ils les rendent attentifs aux lacunes existantes. On a vu maintes fois des sciences encore jeunes qui, pendant bien des années, n'avaient guère progressé, faute d'être suffisamment cultivées, prendre tout à coup un développement rapide, grâce à l'apparition d'un bon ouvrage didactique qui les résumait. Les auteurs de pareils traités font œuvre très utile parce qu'*ils organisent le travail* et que toute organisation du travail détermine une économie d'énergie.

Cependant on voit déjà venir le temps où l'organi-

sation spontanée du travail ne suffira plus à empêcher de grands gaspillages d'énergie. La science est comparable à un réseau de voies reliant des façons les plus diverses les points de la surface sur laquelle il s'étend. Toute découverte nouvelle représente une nouvelle liaison entre certains de ces points. Plus le réseau se complique, plus il devient difficile d'apercevoir toutes les conséquences d'un nouveau progrès ; aussi n'est-il pas rare, aujourd'hui déjà, qu'un chercheur s'efforce péniblement d'arriver par une voie indirecte à un point déterminé, qu'il aurait pu atteindre en suivant une ligne toute droite s'il avait été mieux informé. Il est donc nécessaire de perfectionner le service de renseignements scientifiques que l'on a essayé jusqu'à présent d'organiser au moyen de journaux, de rapports annuels et autres publications. Prenons, par exemple, un physiologiste étudiant une substance déterminée qu'il a trouvée chez certains animaux, et désirant savoir si cette substance se rencontre aussi chez d'autres animaux, et, dans ce cas, chez lesquels. Supposons que, bien que passé maître dans le travail du laboratoire, il ait de la peine à se retrouver dans la littérature scientifique. Qu'arrive-t-il? C'est qu'il abandonne une voie qui l'aurait peut-être conduit à des résultats importants. S'il y avait un établissement auquel il pût s'adresser pour savoir quels travaux ont été faits sur cette question, il poursuivrait ses recherches, et cela sans perte de temps appréciable, car, grâce à leur pratique constante de la littérature scientifique, les personnes composant un pareil

établissement pourraient fournir relativement vite les renseignements qu'on leur demanderait.

Il existe déjà des établissements qui fournissent des renseignements sur certaines questions scientifiques. Je me rappelle encore toute la peine que me donna, au début de ma carrière scientifique, l'essai d'un thermomètre avec lequel je voulais pouvoir mesurer un vingtième de degré. Cet essai dura trois mois, et je ne pus le mener à bonne fin que grâce à plusieurs découvertes que je fis au sujet de l'action exercée par la chaleur sur le verre. Aujourd'hui, au lieu de procéder lui-même à l'essai de son thermomètre, le chercheur l'envoie à l'établissement impérial de physique technique. Là il est essayé par des personnes qui s'entendent parfaitement à ce travail, et on le lui renvoie au bout de quelque temps avec une table de corrections. S'il n'a pas confiance dans les chiffres qu'on lui a fournis, il peut faire essayer son thermomètre de nouveau à Kew ou à Sèvres.

Il faut donc appliquer à la science, dans la plus large mesure, le *principe de la division des fonctions*, que toutes les organisations utilisent pour éviter des gaspillages d'énergie. Les travaux qui seront effectués par des spécialistes seront nécessairement ceux qui, par suite de leur fréquente répétition, n'offrent plus d'intérêt scientifique particulier. Quand le chercheur n'aura plus à les accomplir lui-même, il pourra consacrer toutes ses forces à l'étude de questions nouvelles.

On peut être assuré de voir bientôt se multiplier et

se porter dans bien des directions différentes les tentatives ayant pour objet de ne plus laisser à un hasard heureux la production de la plus élevée de toutes les valeurs, c'est-à-dire de la science. Mais il faudra d'abord établir les conditions dans lesquelles se produisent les hautes découvertes scientifiques. Il faudra bien mettre en lumière les dons naturels et la manière de procéder des grands hommes auxquels on doit de pareilles découvertes. Ce travail a déjà été entrepris de différents côtés, et, dans un ouvrage paru récemment (1), j'ai réuni les observations que j'ai faites sur un certain nombre de grands hommes, et j'ai consigné les conclusions que j'en ai tirées relativement aux mesures à prendre pour que la productivité des esprits créateurs devienne aussi grande que possible. Tous ceux qui se sont occupés de la question sont convaincus que beaucoup plus d'enfants pourraient devenir de grands hommes si les conditions dans lesquelles on élève la jeunesse n'empêchaient le développement de bien des aptitudes naturelles.

C'est là une question d'une importance sans égale pour la civilisation, car c'est aux grands hommes seuls que sont dus les progrès de la science, qui est la plus haute incarnation de la civilisation.

Fréquemment, les progrès scientifiques passent d'abord inaperçus. Cela est surtout le cas quand ils ne se relient pas à des choses déjà connues. Cependant on est beaucoup moins long qu'autrefois à les

1. *Grosse Männer*, von Wilhelm Ostwald. Leipzig. Akad. *Verlagsgesellschaft*, 1909.

apprécier. A notre époque, il n'arrive plus guère qu'un grand savant meure dans la misère, son œuvre étant restée incomprise pendant sa vie. Mais il faut un certain temps pour que la connaissance d'une idée scientifique nouvelle se répande dans les diverses couches, inégalement cultivées, dont se compose la société, et y soit acceptée. Voilà pourquoi il règne *en même temps*, dans ces diverses couches, *des idées scientifiques tout à fait différentes*. Ces différences donnent assez souvent lieu, de la part de ceux qui ne se rendent pas compte de leur nécessité historique et psychologique, à des plaintes indignées contre l'esprit du temps. De pareilles plaintes sont aussi injustes que vaines, car on n'a pas le droit de s'attendre à ce que personne accepte une nourriture intellectuelle qu'il est incapable de s'assimiler. On ne fera jamais que les idées scientifiques nouvelles soient immédiatement connues et acceptées par tous. On peut toutefois en accélérer la diffusion.

On ne dispose à cet effet d'aucun moyen plus efficace que l'éducation. On ne saurait exagérer l'importance que possède l'éducation sous le rapport de la civilisation. Par elle, en effet, la civilisation se transmet aux générations successives, se développe et s'élève. L'intérêt de la civilisation n'exige pas seulement qu'on instruise les jeunes gens, mais aussi qu'on forme leur caractère, car la formation du caractère n'est pas autre chose que le développement des qualités sociales. Les actions ayant pour but le bien de la société sont relativement rares ; en général, elles ne

sont pas encore devenues instinctives ; il appartient à l'éducation de les rendre telles.

Si maintenant on considère l'enseignement public tel qu'il existe en Allemagne, on constate qu'il y a beaucoup d'améliorations à y apporter. Plus l'enseignement est élémentaire, moins les matières enseignées peuvent comporter de nouveautés scientifiques ; cela ressort de ce que nous avons dit plus haut de la lente diffusion des idées scientifiques nouvelles ; mais ce serait condamner l'école primaire à une stagnation complète que d'y enseigner uniquement « ce qui a été consacré par le temps ».

Sous le rapport de la méthode, il faut absolument que l'école primaire marche avec le temps. Il faut que les énergies des enfants soient utilisées avec le meilleur coefficient d'exploitation possible ; cela importe éminemment au développement de leur esprit. On constate avec joie que les instituteurs primaires ont consacré beaucoup d'attention, dans les derniers temps, aux questions relatives aux méthodes d'enseignement. Ils ont fait preuve du plus vif intérêt pour la psychologie et la psychophysique nouvelles, et, se basant sur la psychologie de l'enfant, ont entrepris une réforme complète des méthodes d'enseignement. La réalisation de cette réforme se heurte, il est vrai, à de grands obstacles, mais les résultats obtenus jusqu'à présent permettent d'espérer que l'on persévérera dans la bonne voie où l'on est entré (1).

1. Le plus grand obstacle qui existe en Allemagne au libre développement de l'école primaire, c'est la place importante qu'on

Par contre, l'école secondaire classique est tout à fait arriérée sous le rapport de la technique de l'enseignement. L'étude des langues anciennes y joue un rôle beaucoup trop considérable, un rôle qui s'explique historiquement, mais qui, depuis longtemps, n'a plus de raison d'être. L'enseignement secondaire classique demande à être réformé radicalement, car, au cours du temps, et sous l'action de philologues étrangers au monde et à la science, il s'est développé d'une façon si fâcheuse pour la civilisation qu'il est difficile de dire ce qu'il lui reste de bon (1).

Que le lecteur, en effet, songe à la définition du concept de civilisation qui forme le leitmotiv de cet ouvrage, et qu'il se demande si c'est en *familiarisant l'élève avec l'antiquité* — but poursuivi dans les gymnases classiques — qu'on le rendra capable d'employer ses énergies avec le meilleur coefficient d'exploitation possible. Ce but, on n'arrive même pas à l'atteindre, comme tout le monde en convient ; mais, si l'on y

y donne à l'enseignement religieux. Aussi doit-on faire tous ses efforts pour libérer l'école primaire de cet enseignement. L'exemple des Etats de la Nouvelle Angleterre prouve que cette mesure n'anéantirait pas la vie religieuse dans notre pays, que même elle ne l'empêcherait pas d'y être intense si les conditions pour qu'elle le soit y existent. Dans la Nouvelle Angleterre, comme partout dans l'Amérique du Nord, les écoles primaires d'Etat sont tout à fait neutres, et l'enseignement religieux est laissé aux ministres des différentes confessions. Malgré cela, la religion y exerce une influence beaucoup plus grande que dans la prostestante Allemagne sur les idées et les actions de la population.

1. On trouvera dans le livre signalé ci-dessus, *Grosse Mânner*, des preuves détaillées du bien-fondé de cette critique ; l'influence exercée par l'étude du latin sur les esprits les plus éminents du dernier siècle y est démontrée par des faits.

arrivait, tout le résultat obtenu serait que l'élève saurait agir comme les anciens. Cela ne le rendrait capable de servir les intérêts de la civilisation que s'il était désirable que le monde actuel devînt aussi semblable que possible au monde ancien. Or personne ne pense chose pareille, sauf peut-être quelque professeur de philologie ancienne. D'ailleurs, la civilisation actuelle marche à l'encontre de cet idéal rétrograde. Un jeune homme sortant d'un gymnase classique est donc aussi mal préparé que possible à la vie. Ce désaccord entre l'enseignement classique et la civilisation actuelle produit dans notre pays les conséquences les plus fâcheuses.

Ce n'est pas ici le lieu d'exposer en détail les réformes à introduire dans les écoles secondaires classiques. Mais si l'on relit cet ouvrage, qui, d'un bout à l'autre, a trait au problème de la civilisation, on se rendra compte des matières qu'on doit enseigner aux élèves de ces écoles et de la direction dans laquelle on doit développer leur caractère; on verra qu'avant tout il faut leur apprendre à *connaître la nature* et faire d'eux des *esprits libres*.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Préface	7
Chapitre I. — Le Travail	9
Chapitre II. — Le Coefficient économique	27
Chapitre III. — Les Énergies brutes	43
Chapitre IV. — Les Êtres vivants	51
Chapitre V. — L'Homme	60
Chapitre VI. — L'Asservissement des énergies étrangères	74
Chapitre VII. — La Lutte contre l'espace et le temps	85
Chapitre VIII. — L'Association	94
Chapitre IX. — Le Langage	100
Chapitre X. — Le Droit et les peines	110
Chapitre XI. — Valeur et échange	118
Chapitre XII. — L'État et son pouvoir	127
Chapitre XIII. — La Science	136

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE R.F. IMPRIMÉS

Imp. de la Librairie V. Giard & E. Brière, 16, rue Soufflot, Paris

A Bibl

REVUE INTERNATIONALE
DE
SOCIOLOGIE

PUBLIÉE TOUS LES MOIS, SOUS LA DIRECTION DE

RENÉ WORMS

Secrétaire Général de l'Institut International de Sociologie
et de la Société de Sociologie de Paris

AVEC LA COLLABORATION ET LE CONCOURS DE

Ch. Andler, Paris. — A. Asturaro, Gênes. — G. de Azcarate, Madrid. — A. Babeau, Troyes. — J. M. Baldwin, Mexico. — M. E. Ballesteros, Santiago. — P. Beauregard, Paris. — R. Bérenger, Paris. — M. Bernès, Paris. — J. Bertillon, Paris. — A. Bertrand, Lyon. — Léon Bourgeois, Paris. — L. Brentano, Munich. — F. Buisson, Paris. — Ad. Buylla, Oviedo. — Ed. Chavannes, Paris. — R. Dalla Volta, Florence. — J. Dallemagne, Bruxelles. — G. De Greef, Bruxelles. — H. Denis, Bruxelles. — C. Dobrogeanu, Bucarest. — P. Dorado, Salamanque. — M. Dufourmantelle, Paris. — L. Duguit, Bordeaux. — P. Duproix, Genève. — A. Espinas, Paris. — Fernand Faure, Paris. — E. Ferri, Rome. — G. Fiamingo, Rome. — A. Fouillée, Menton. — R. Garofalo, Venise. — Ch. Gide, Paris. — F. Giner de los Rios, Madrid. — R. de la Grasserie, Rennes. — P. Grimanelli, Paris. — H. Hauser, Dijon. — Ed. Herriot, Lyon. — M. Kovalewsky, St.-Pétersbourg. — F. Larnaude, Paris. — E. Levasseur, Paris. — A. Loria, Turin. — J. Loutchisky, Kiew. — John Lubbock, lord Avebury, Londres. — J. Mandello, Presbourg. — L. Manouvrier, Paris. — P. du Maroussem, Paris. — T. Masaryk, Prague. — Carl Menger, Vienne. — G. Monod, Paris. — F. S. Nitti, Naples. — J. Novicow, Odessa. — W. Ostwald, Leipzig. — Ed. Perrier, Paris. — Ch. Pfister, Paris. — Ad. Posada, Madrid. — L. Philippe, Paris. — A. Raffalovich, Paris. — M. Revon, Paris. — Th. Ribot, Paris. — Ch. Richet, Paris. — E. de Roberty, Tver. — V. Rossel, Berne. — G. Schmoller, Berlin. — F. Schrader, Paris. — G. Simmel, Berlin. — C. N. Starcke, Copenhague. — L. Stein, Berne. — S. R. Steinmetz, Amsterdam. — F. Tœnnies, Kiel. — E. B. Tylor, Oxford. — E. Van der Rest, Bruxelles. — J. M. Vincent, Baltimore. — P. Vinogradow, Oxford. — Lester Ward, Providence. — E. Westermarck, Helsingfors. — Emile Worms, Rennes. — L. Wuarin, Genève.

Secrétaires de la Rédaction : Al. Lambert. — G.-L. Duprat. — E. Chauffard. — R. Maunier.

DIX-HUITIÈME ANNÉE. — 1910

Abonnement annuel : FRANCE : 18 fr. — UNION POSTALE : 20 fr.

V. GIARD & E. BRIÈRE

Éditeurs

16, RUE SOUFFLOT, ET 12, RUE TOULLIER

PARIS, Ve

V. Giard & E. Brière, Editeurs, 16, rue Soufflot, Paris

BIBLIOTHÈQUE SOCIOLOGIQUE INTERNATIONALE

Publiée sous la direction de René WORMS

Secrétaire général de l'Institut International de Sociologie

Série in-8o, brochés

René Worms : Organisme et Société	6 fr.
Paul de Lilienfeld : La Pathologie Sociale	6 fr.
Francesco S. Nitti : La Population et le Système social	5 fr.
Adolfo Posada : Théories modernes sur les Origines de la Famille, de la Société et de l'Etat	4 fr.
S. Balicki : L'Etat comme organisation de la Société	4 fr.
Jacques Novicow : Conscience et Volonté Sociales	6 fr.
Franklin H. Giddings : Principes de Sociologie	6 fr.
Achille Loria : Problèmes Sociaux Contemporains	4 fr.
Maurice Vignes : La Science Sociale d'après Le Play, 2 vol.	16 fr.
M. A. Vaccaro : Les Bases sociologiques du Droit et de l'Etat.	8 fr.
Louis Gumplowicz : Sociologie et Politique	6 fr.
Scipio Sighele : Psychologie des Sectes	5 fr.
G. Tarde : Etudes de Psychologie Sociale	7 fr.
Maxime Kovalewsky : Le Régime économique de la Russie	7 fr.
C. N. Starcke : La Famille dans les diverses sociétés	5 fr.
Raoul de la Grasserie : Des Religions comparées	7 fr.
James Mark Baldwin : Interprétation sociale et morale des principes du développement mental	10 fr.
G. L. Duprat : Science Sociale et Démocratie	6 fr.
H. Laplaigne : La Morale d'un Egoïste ; Essai de Morale sociale	5 fr.
Jacques Lourbet : Le Problème des Sexes	5 fr.
E. Bombard : La Marche de l'Humanité et les Grands Hommes d'après la doctrine positive	6 fr.
Raoul de la Grasserie : Les Principes sociologiques de la Criminologie	8 fr.
Abel Pouzol : La Recherche de la Paternité	10 fr.
Arthur Bauer : Les Classes Sociales	7 fr.
Ch. Letourneau : La Femme dans les diverses races	9 fr.
René Worms : Philosophie des sciences sociales : I, objet ; II, méthode ; III, conclusions des sciences sociales, 3 volumes	12 fr.
Eugenio Rignano : Un socialisme en harmonie avec la doctrine économique libérale	7 fr.
Alfredo Niceforo : Les Classes Pauvres	8 fr.
Lester F. Ward : Sociologie pure, 2 volumes	16 fr.
Raoul de la Grasserie : Les principes sociologiques du Droit civil	10 fr.
Edward Caird : Philosophie sociale et religion d'Auguste Comte	4 fr.
Arthur Bauer : Essai sur les Révolutions	6 fr.
Scipio Sighele : Littérature et Criminalité	4 fr.
Paul Lacombe : Taine, historien et sociologue	5 fr.
Maxime Kovalewsky : La France économique et sociale à la veille de la Révolution : tome I, les campagnes	8 fr.
Ludwig Stein : Le sens de l'existence	12 fr.
R. Maunier : Origine et Fonction économique des Villes.	6 fr.
A. Bochard : L'évolution de la fortune de l'Etat	6 fr.
Scipio Sighele : Le Crime à deux	4 fr.

Série in-18, brochés

René Worms : Principes biologiques de l'Evolution sociale.	2 fr.
J. M. Baldwin : Psychologie et Sociologie	2 fr.
W. Ostwald : Les Fondements Energétiques de la Science de la Civilisation	2 fr.
René Maunier : L'Economie Politique et la Sociologie	2,50

BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE
3 7502 04438055 0